

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

358021 – VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AMBIENTE



Fuente: el autor. Páramo de Sumapaz, Une Cundinamarca.

Autor:
Ing. MSc. JUAN JOSÉ VARGAS OSORIO

BOGOTÁ

2011

ÍNDICE DE CONTENIDO

ASPECTOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y VERSIONAMIENTO	7
INTRODUCCIÓN GENERAL	8
UNIDAD 1. ECONOMÍA AMBIENTAL	12
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE MICROECONOMÍA	12
Lección 1. Principios de la economía	12
Lección 2. La demanda	17
Lección 3. La oferta	20
Lección 4. Eficiencia económica y mercados	22
Lección 5. Principio de equimarginalidad	25
UNIDAD 1. ECONOMÍA AMBIENTAL	28
CAPÍTULO 2. ECONOMÍA Y AMBIENTE	28
Lección 6. Economía	29
Lección 7. Economía ecológica	33
Lección 8. Economía y ambiente	36
Lección 9. Análisis económico de la calidad ambiental	39
Lección 10. Niveles óptimos de contaminación	41
UNIDAD 1. ECONOMÍA AMBIENTAL	45
CAPÍTULO 3. REGULACIÓN AMBIENTAL	45
Lección 11. Políticas descentralizadas	46
Lección 12. Políticas de comando y control, estándares.	48
Lección 13. Políticas basadas en incentivos, impuestos.	51
Lección 14. Políticas basadas en incentivos, subsidios.	54
Lección 15. Permisos negociables de emisión.	56
UNIDAD 2. VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL	60
CAPÍTULO 4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	60
Lección 16. La función de demanda	60
Lección 17. Medidas de bienestar del consumidor	63
Lección 18. La función de oferta	66

Lección 19. Fallas de mercado, información incompleta, información asimétrica y monopolios. _____	69
Lección 20. Fallas de mercado, bienes públicos y externalidades. _____	72
CAPÍTULO 5. APLICACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL _____	75
Lección 21. Evaluación de políticas y proyectos ambientales, la eficiencia y la eficacia _	75
Lección 22. Evaluación de políticas y proyectos ambientales, costo efectividad, equidad y flexibilidad _____	77
Lección 23. Enfoque del valor económico total _____	78
Lección 24. Valores económicos de los recursos naturales y sus flujos ambientales _____	81
Lección 25. Introducción a la valoración económica ambiental _____	81
CAPÍTULO 6. MÉTODOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL _____	85
Lección 26. Método de valoración contingente _____	85
Lección 27. Método de los precios hedónicos _____	90
Lección 28. Método de los costos de viaje _____	95
Lección 29. Método de la función producción salud _____	100
Lección 30. Método de la función de daño _____	103

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tabla de demanda.	18
Cuadro 2. Tabla de demanda agregada.	19
Cuadro 3. Efecto de variables en la curva de demanda.	20
Cuadro 4. Tabla de oferta.	21
Cuadro 4. Tabla de oferta.	28
Cuadro 5. Funciones de los ecosistemas.	34
Cuadro 6. Costos marginales de reducción, ejemplo 2 empresas.	44
Cuadro 7. Relación costos de reducción de emisiones e impuestos	52
Cuadro 8. Relación costos de reducción con subsidios.	54
Cuadro 9. Definición de los bienes y servicios ambientales.	80
Cuadro 10. Relación actividad económica y valores de bienes y servicios ambientales.	81
Cuadro 11. Variables restricción de ingreso y tiempo.	97
Cuadro 12. Variables de demanda por visitas en presencia de lugares substitutos, enfoque individual, método de los costos de viaje.	98
Cuadro 13. Variables de la forma lineal del modelo de los costos de viaje.	98
Cuadro 14. Aplicación de la metodología de los costos de viaje, modelo zonal e individual	99
Cuadro 15. Modelo de la función de daño	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de Phillips	17
Figura 2. Curva de demanda.	18
Figura 3. Curva de demanda Agregada.	19
Figura 4. Desplazamiento de la curva de demanda.	20
Figura 5. Curva de oferta.	21
Figura 6. Desplazamiento de la curva de oferta.	22
Figura 7. Equilibrio del mercado	23
Figura 8. Excedente y escasez del mercado	23
Figura 9. Tipos de elasticidades	24
Figura 10. Utilidad total y utilidad marginal.	27
Figura 11. Modelo diagrama del flujo circular.	30
Figura 12. Frontera de posibilidades de producción.	31
Figura 13. Curvas de costos, costo marginal.	32
Figura 14. Diagrama sistema económico como sistema abierto.	35
Figura 15. Curva de Kuznets ambiental.	38
Figura 16. Funciones de daño marginal.	40
Figura 17. Funciones de los costos marginales de reducción.	41
Figura 18. Nivel eficiente de emisión	42
Figura 19. Gráfica de los costos marginales de reducción CMR, ejemplo 2 empresas	45
Figura 20. Ley de responsabilidad.	47
Figura 21. Políticas de comando y control	49
Figura 22. Principio de equimarginalidad, aplicado a políticas por estándares.	50

Figura 23. Política basada en impuestos. _____	52
Figura 24. Nivel eficiente de impuestos a emisiones. _____	54
Figura 25. Funcionamiento de los permisos negociables de contaminación. _____	56
Figura 26. Mercado de permisos negociables de contaminación. _____	58
Figura 27. La función de demanda. _____	61
Figura 28. Disponibilidad total a pagar (función de demanda) _____	62
Figura 29. Disponibilidad marginal a pagar (función de demanda) _____	63
Figura 30. Excedente del consumidor _____	64
Figura 31. Variación compensatoria y variación equivalente _____	65
Figura 32. La función de oferta. _____	67
Figura 33. Disponibilidad total a aceptar y Disponibilidad marginal a aceptar, función de oferta _____	67
Figura 34. Variación compensatoria y variación equivalente del productor _____	68
Figura 35. Variación compensatoria y variación equivalente del productor _____	71
Figura 36. Externalidad positiva y negativa _____	74
Figura 37. Clasificación de los valores de los bienes y servicios ambientales. _____	79
Figura 38. Métodos de valoración económica ambiental. _____	83
Figura 39. Tipos de variables _____	89
Figura 40. Características de los inmuebles. _____	92
Figura 41. Excedente del consumidor, método del costo de viaje. _____	96
Figura 42. Nivel de utilidad, método de los costos de viaje. _____	97
Figura 43. Ejemplos de la contaminación sobre los costos de producción. _____	104

ASPECTOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y VERSIONAMIENTO

El contenido didáctico del curso académico *Valoración económica del ambiente* fue diseñado por Juan José Vargas Osorio, quien es Ingeniero Ambiental y Sanitario y Magíster en Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales. Se ha desempeñado como empleado público, docente universitario, consultor privado. Para citar este material por favor hacerlo de la siguiente manera:

Vargas, J. (2011). *Valoración económica del ambiente*. Módulo didáctico. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

INTRODUCCIÓN GENERAL

El presente módulo de formación es un curso específico de los programas Tecnología en Saneamiento Ambiental e Ingeniería Ambiental de la UNAD. Este módulo trata que los estudiantes realicen la estimación de costos y beneficios de proyectos con algún grado de impacto ambiental, involucrando en la determinación de los costos y beneficios el valor de los bienes y servicios ambientales afectados. También es propósito de este módulo dar una opción más para el control de la contaminación y la regulación ambiental con herramientas económicas.

Teniendo en cuenta que la economía estudia la relación entre la producción y el consumo de bienes y servicios, en donde los productores utilizan como principal insumo los recursos naturales y generan de esta relación una gran cantidad de residuos además del inevitable deterioro del recurso, no es absurdo pensar que existe una relación estrecha entre economía y medio ambiente.

El sistema económico actual se basa en la invención y producción de productos y servicios que la sociedad consume por necesidad, gusto o moda. El objetivo de los productores es minimizar a toda costa los costos de producción y vender su producto al mayor precio posible, con esto maximizan sus ganancias; a su vez el consumidor busca elegir la opción de consumo en la que pueda maximizar su utilidad, es decir, conseguir la mayor cantidad de bienes al menor precio.

De lo anterior se puede concluir que la relación que existe entre productores y consumidores está dada por el precio de los bienes de la economía, este precio refleja todos los costos en que incurre el productor para fabricar su producto. El problema está en que generalmente el precio de mercado no refleja el costo ambiental. Este costo es el de la afectación de los ecosistemas, extinción de especies, reducción en la regulación del clima por captura de carbono, disminución en la disponibilidad de agua, erosión de suelos, entre otros impactos ambientales asociados al uso de los recursos naturales como insumos de producción y a la descarga de residuos al ambiente como subproducto de la producción y el consumo.

Finalmente, hay razones para concluir que el crecimiento económico ha sido conseguido a costa del deterioro ambiental y de aquí nace una de las tareas de la economía ambiental, que es la valoración económica de bienes y servicios ambientales que tiene como propósito internalizar los costos ambientales en los costos de producción, en donde estos costos que en últimas paga el consumidor sean utilizados en la mitigación y compensación de los impactos ambientales generados. Es importante mencionar que el precio de un bien no es más que un indicador de la escases del mismo, esto se ve muy claro en el mercado de alimentos, cuando hay escases de naranjas su precio sube y viceversa, pero en el mayor de los casos el precio de los bienes no refleja la escases de los factores de

producción (recursos naturales), estando muchos de estos en condiciones de sobreexplotación.

Por otro lado la valoración económica de bienes y servicios ambientales es una herramienta decisiva en el análisis costo beneficio para la evaluación de proyectos. En la parte de costos se evalúa todo el dinero destinado al diseño, construcción y ejecución del proyecto y los beneficios son todo el dinero que se recibirá por efectos del proyecto (por ejemplo, empleos, ingresos por regalías, por generación de energía, disminución de tiempos de desplazamientos, disponibilidad de agua).

Hasta hace muy poco tiempo en el cálculo de los costos y beneficios no se contabilizaban los costos ambientales ocasionados por el proyecto al entorno, algunos de estos impactos se pueden valorar asociándolos a un bien mercadeable, por ejemplo el costo o valor asociado a la pérdida de cobertura vegetal se puede calcular con el precio de la madera que se hubiese podido extraer y comercializar, pero en ocasiones no es posible realizarlo de esta manera, entonces para el caso de valorar el costo monetario de un impacto ambiental que ocasione pérdida de la diversidad biológica, el cual no es posible asociar a un bien ambiental mercadeable, es necesario aplicar una de las metodologías de valoración económica ambiental que estime el valor monetario de este impacto.

Para el cálculo de los beneficios es preciso también realizar una valoración económica de los impactos ambientales positivos de dicho proyecto, por ejemplo en el caso de una actividad de reforestación se podría calcular el valor de la captura de dióxido de carbono asociada al número de árboles plantados. Cuando los costos y beneficios ambientales se involucran en el análisis costo beneficio se tienen mejor información para la toma de decisiones.

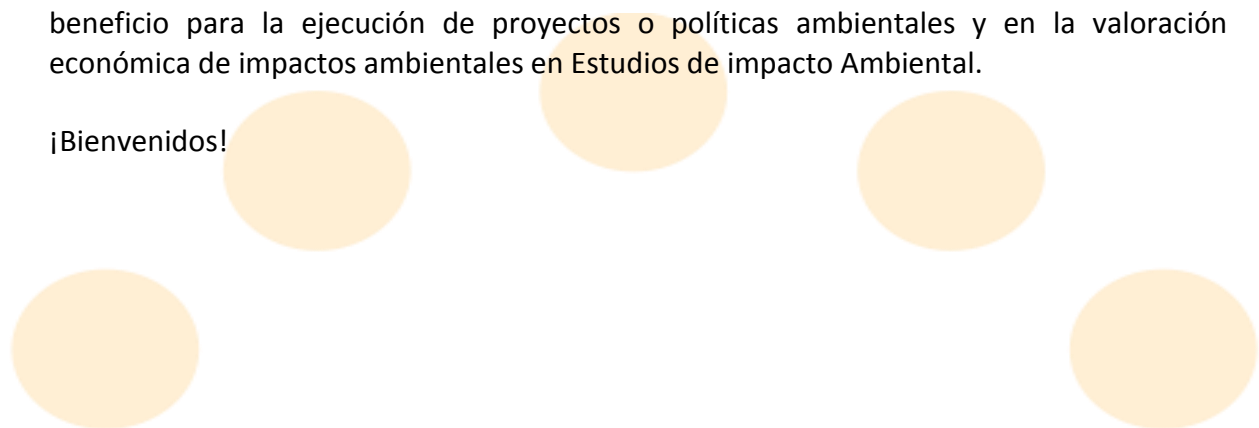
Este módulo se estructura en 2 unidades, equivalente a 6 capítulos y 30 lecciones, y a través de su contenido se fomentan competencias relacionadas con el control de la contaminación ambiental por medio de herramientas económicas, además de la valoración económica de impactos ambientales y la valoración económica ambiental de bienes y servicios ambientales.

En la Unidad 1, se dan los fundamentos básicos de la teoría económica, específicamente en el área de la microeconomía, los cuales le servirán al estudiante para entender cómo funciona la relación entre la ciencia económica y la ciencia ambiental, luego se abordarán temas como la economía ecológica, economía ambiental y por último se presentará la utilidad de la economía ambiental en el control de la contaminación.

En la Unidad 2, se presentan fundamentos básicos de la teoría de la economía del bienestar, herramienta fundamental en el área de la valoración económica ambiental. Con esta fundamentación teórica se enseñan las diferentes metodologías utilizadas para

valoración ambiental de bienes y servicios ambientales, esto último útil en el análisis costo beneficio para la ejecución de proyectos o políticas ambientales y en la valoración económica de impactos ambientales en Estudios de impacto Ambiental.

¡Bienvenidos!



UNIDAD 1	
Nombre de la Unidad	ECONOMÍA AMBIENTAL
CAPÍTULO 1	FUNDAMENTOS DE MICROECONOMÍA
Lección 1	Principios de la economía
Lección 2	La demanda
Lección 3	La oferta
Lección 4	Eficiencia económica y mercados
Lección 5	Principios de equimarginalidad
CAPÍTULO 2	ECONOMÍA Y AMBIENTE
Lección 6	Economía
Lección 7	Economía ecológica
Lección 8	Economía y ambiente
Lección 9	Análisis económico de la calidad ambiental
Lección 10	Niveles óptimos de contaminación
CAPÍTULO 3	REGULACIÓN AMBIENTAL
Lección 11	Políticas descentralizadas
Lección 12	Políticas de comando y control, estándares
Lección 13	Políticas basadas en incentivos, impuestos
Lección 14	Políticas basadas en incentivos, subsidios
Lección 15	Permisos negociables de emisión

UNIDAD 1. ECONOMÍA AMBIENTAL

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE MICROECONOMÍA

Para poder entender la estructura del funcionamiento de la economía ambiental es necesario conocer los aspectos teóricos básicos de la ciencia económica. En este capítulo aprenderá los aspectos teóricos fundamentales para entender cómo funciona la economía y como es el comportamiento de los agentes económicos.

La economía se define como la ciencia que estudia el comportamiento del ser humano para tomar decisiones sobre cómo usar los recursos que posee la sociedad; para satisfacer todas sus necesidades y mantener un nivel de bienestar acorde a sus preferencias. Esta ciencia se divide en dos, la microeconomía y la macroeconomía.

La microeconomía es el estudio del comportamiento de las personas con respecto a preferencias sobre qué comprar y qué vender, cuánto ahorrar y cuánto consumir. Se enfoca en las decisiones de los individuos y como estas interactúan en los mercados. La macroeconomía estudia el desempeño de la economía como un todo, reúne el comportamiento económico de un conjunto de personas y analiza situaciones globales como la inflación, el desempleo, el producto interno bruto PIB de un país, entre otros.

La principal relación de la economía ambiental en la ciencia económica es en la microeconomía, ya que la actividad de producción y consumo en últimas es la causante del deterioro ambiental, pero sin olvidar, los incentivos generados por los entes reguladores que buscan incrementar las transacciones económicas, para lograr metas globales de crecimiento económico (macroeconomía).

Empecemos con el estudio de la economía y sus 10 principios que analizan el comportamiento de las personas en la toma de decisiones sobre los recursos escasos.

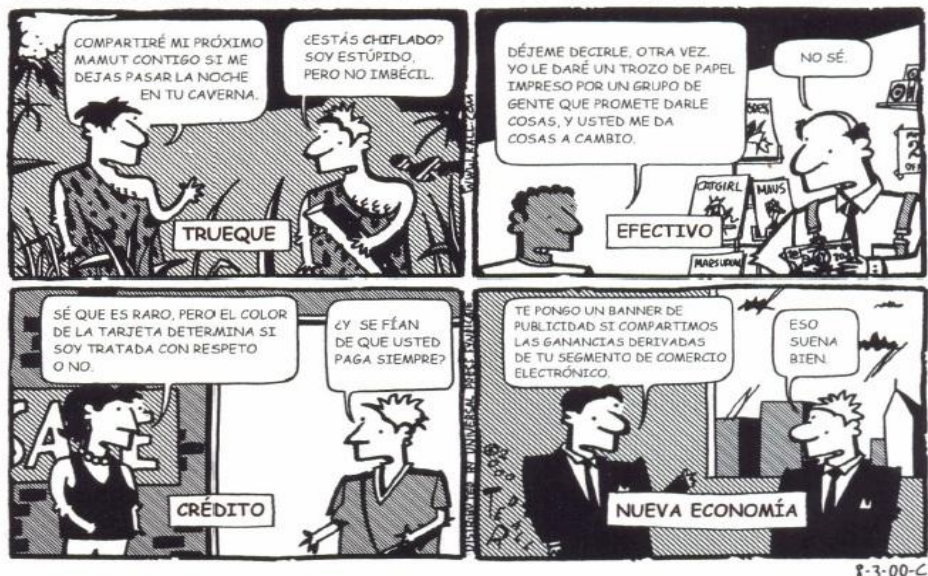
Lección 1. Principios de la economía

La ciencia económica está ligada a la historia del hombre, cuando este dejó de ser nómada y se convirtió en sedentario tenía que satisfacer todas sus necesidades desde el lugar donde se estableció, lo logró, pero se dio cuenta que podría tener acceso a más productos (alimentos, vestuario, herramientas, animales, entre otros) si intercambiaba con otras personas, esto llevó a que se especializara en la producción de determinados bienes. La aparición del dinero facilitó el intercambio de productos y se establecieron interrelaciones entre productores y consumidores que resultaron en la aparición de precios. Si para producir cierto producto era necesario destinar mucho material, trabajo y tiempo este tenía un valor más alto, al contrario si la producción era sencilla su valor era menor, por

ejemplo la producción de una herramienta de trabajo requería buscar el metal, tallarlo y ensamblarlo su precio sería mucho más alto que el que podría pedirse por una docena de huevos que solo necesitaba alimentar la gallina y el gallo. Es así como evolucionó el comercio, la producción y el consumo.

Por otro lado los hogares tenían que tomar decisiones en cuanto a las actividades que debían realizar sus miembros; ¿quien trabaja la tierra?, ¿quien cocina?, ¿cuanto terreno se dedica a los cultivos?, ¿cuanto terreno se dedica al pastoreo?, ¿cuantos huevos se consumen y cuantos se intercambian?, preguntas como estas fueron comunes en los hogares. A este comportamiento de toma de decisiones se le conoce como economía. Entonces, la ciencia económica trata sobre la forma en como las sociedades administran sus recursos y toman decisiones de las actividades que deben desempeñar.

LA ECONOMÍA A TRAVÉS DEL TIEMPO



Fuente: <http://www.hipotecamileurista.com/2011/06/libro-microeconomia-de-paul-krugman-y.html>

En épocas antiguas, quizás hace cientos de años, los recursos eran abundantes, las personas no tenían preocupaciones de su agotamiento; los bosques y selvas eran inmensos, de allí se podían extraer materiales y alimentos, los recursos existentes satisfacían las necesidades de la población y no se limitaba su disponibilidad por varias razones; una es que el número de habitantes del planeta no era tan alto como hoy en día (en el año 1800 habitaban la tierra 978 millones de personas, en el año 2011, doscientos años después, habitan 7.000 millones de personas)¹, el número de productos era limitado y el avance tecnológico y de conocimiento era lento, por mencionar apenas unas razones. Hoy en día el uso de recursos es una preocupación, debido a que todos los procesos

¹ Tomado de: <http://www.populationaction.org/Index.php>, <http://populationmatters.org/>

productivos y de sostenimiento están ligados al uso de los recursos naturales y por la gran demanda de estos ya no pueden verse como recursos ilimitados (infinitos) si no, como recursos escasos (finitos).

Por lo anterior, la definición de *economía* cambia; es entonces la ciencia que estudia la forma como las sociedades administran los recursos escasos y toman decisiones de las actividades que deben desempeñar y sobre las cantidades de producción y consumo.

Gregory Mankiw economista, autor del libro “Fundamentos de Economía”, describe los 10 principios de la economía. Los cuatro primeros hablan sobre la forma como los individuos toman decisiones, los tres siguientes de cómo interactúan en los mercados y los últimos tres de cómo funciona la economía en su conjunto.

El primer principio: los individuos se enfrentan a disyuntivas. Hace referencia a la elección entre dos posibilidades por una de las cuales hay que optar, es decir, las personas frecuentemente deben escoger entre alternativas, por ejemplo todas las mañanas cuando se despiertan deben escoger entre ir a trabajar o quedarse en la cama, entre ir a cine o ir a un restaurante, entre invertir en acciones de una empresa o invertir en un negocio propio, de la misma forma la sociedad debe escoger entre dos alternativas, por ejemplo destinar dinero a conservación de los recursos naturales o utilizarlos para generar beneficios económicos, invertir en educación o en seguridad, Mankiw (2004).

El segundo principio: el coste de una cosa es aquello a lo que se renuncia para conseguirla. Generalmente las disyuntivas o alternativas se analizan y escogen según los costos y beneficios que generan, por lo tanto renunciar a una de las alternativas es asumir la pérdida de los beneficios que generaría. Por ejemplo a los ciudadanos de la ciudad de Bogotá se les presenta dos alternativas de inversión de recursos económicos, la primera es invertir en conservación y recuperación de los ecosistemas de los cerros orientales y la segunda invertir en un proyecto de construcción de viviendas de interés social; para hacer la selección de la mejor alternativa se deben comparar los beneficios y costos sociales, para lo cual es necesario saber los beneficios que conlleva la conservación de los ecosistemas como lo es la posibilidad de garantizar acceso al recurso hídrico para la ciudad, mejorar la calidad del aire, regular el clima, conservar la diversidad biológica, evitar la erosión del suelo y derrumbes, entre otros. Por otro lado se deben evaluar los beneficios de dotar de vivienda a personas de escasos recursos económicos que viven en sitios vulnerables. La elección de dotar a las personas de viviendas se consigue renunciando a los beneficios de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas, el mismo análisis se puede hacer si se escoge conservar. Para concluir *el coste de oportunidad de una cosa es el valor de lo que renunciamos por obtenerla*, Mankiw (2004).

El tercer principio: las personas racionales piensan en términos marginales. Las decisiones que las personas toman generalmente no son radicales, cuando un individuo decide

realizar una actividad, la decisión está en que nivel desea realizarla. Es decir, si el problema es elegir una alternativa, por ejemplo entre estudiar y trabajar, la decisión no está en realizar una de las dos actividades o no hacerlas, está en cual realizar y a qué nivel. Si la elección es trabajar, entonces el individuo escoge cuantas horas dedicar a esta actividad y cuál sería el beneficio de trabajar una hora más o al contrario cual sería el costo de dejar de trabajar una hora. En economía el término marginal es ampliamente usado y al comparar los beneficios marginales con los costos marginales se pueden tomar decisiones óptimas, Mankiw (2004).

El cuarto principio: los individuos responden a incentivos. La conducta de las personas se ve influenciada por incentivos que conducen a tomar decisiones comparando la variación de costos y beneficios. El precio es una de las herramientas utilizadas en economía como incentivo, por ejemplo, cuando se realizan compras el precio de los artículos permite tomar decisiones racionales, si el precio del café sube las personas optan por comprar té o un bien sustituto del café, a su vez los productores de té deciden aumentar su producción, contratar más personal ya que el beneficio de vender es alto. Es así como “la influencia del precio en la conducta de los compradores y de los vendedores de un mercado es fundamental para entender cómo funciona la economía” (Mankiw, 2004, p. 5). Por otro lado el estado tiene en los incentivos económicos una opción para alcanzar metas propuestas, el caso de un impuesto en la gasolina, incentiva a las personas a utilizar medios de transporte diferentes al automóvil o el uso de transporte público, en últimas la meta que se busca es bajar niveles de emisiones atmosféricas.

El quinto principio: el comercio puede mejorar el bienestar de todo el mundo. Se puede hacer una semejanza entre el comportamiento de un hogar y el comportamiento de los países, los miembros de los hogares generalmente deciden qué actividades hacer teniendo en cuenta su habilidad y gusto. Es así como cada miembro de la sociedad se especializa en esa actividad y la sociedad en conjunto gana, puesto que esto permite bienes y servicios de alta calidad y precios justos. Así mismo sucede con el comercio mundial, algunos países se especializan en la producción de automóviles, otros en la producción de alimentos, otros en la producción de conocimiento. Como conclusión cada país se especializa en lo que mejor sabe hacer y además de poder acceder a una amplia variedad de productos y servicios, Mankiw (2004).

El sexto principio: los mercados normalmente contribuyen a un buen mecanismo para organizar la actividad económica. Este principio hace referencia a la capacidad que tienen los agentes económicos (productores y consumidores) para organizar el mercado, sin necesidad de un ente regulador que conduzca el comportamiento. Imagínense que viven en un pueblo en donde únicamente los días domingos se sacan los productos para comercializarlos, cada productor decide cuanto producir y a qué precio venderlo y cada consumidor decide cuanto comprar y a qué precio. Las primeras semanas deben ajustar sus niveles de producción y consumo, algunos se dan cuenta que pueden vender más y a

mayor precio, otros no deben disminuir la producción o bajar los precios ya que no se vendió lo sacado; los consumidores también optan por comprar mayor cantidad de bienes si los precios bajan y consumir menos si los precios suben. Con el tiempo el mercado se organiza y se transan niveles óptimos de cantidades y precios sin necesidad de la presencia del gobierno. A esto se le llama *economía de mercado*, “que es la economía que asigna los recursos por medio de las decisiones descentralizadas de muchas empresas y hogares cuando interactúan en los mercados de bienes y servicios” (Mankiw, 2004, p.7).

El séptimo principio: *el estado puede mejorar a veces los resultados del mercado.* Si todos los mercados funcionaran como una economía de mercado no existirían problemas a la hora de asignar los bienes y servicios, pero en ocasiones los agentes económicos buscan incrementar sus ganancias apropiándose de los recursos, en consecuencia el mercado no asigna equitativamente los recursos, a esto se le llama *falla de mercado*. En las fallas de mercado encontramos dos situaciones particulares: *las externalidades y el poder de mercado*. Una externalidad es cuando la actividad de un agente afecta el bienestar de otra persona, el ejemplo más práctico es la contaminación, el resultado de la producción de cierto bien genera emisiones atmosféricas y estas afectan a una población vecina, los costos de este impacto son asumidos por la población y no por la empresa. El caso del poder de mercado se puede explicar con los monopolios, estos se apropian de un mercado específico, por ejemplo el mercado de las cervezas en Colombia, este agente puede influir en los precios de mercado porque no tiene competidores. Para estos casos es necesaria la presencia del estado como ente regulador, Mankiw (2004).

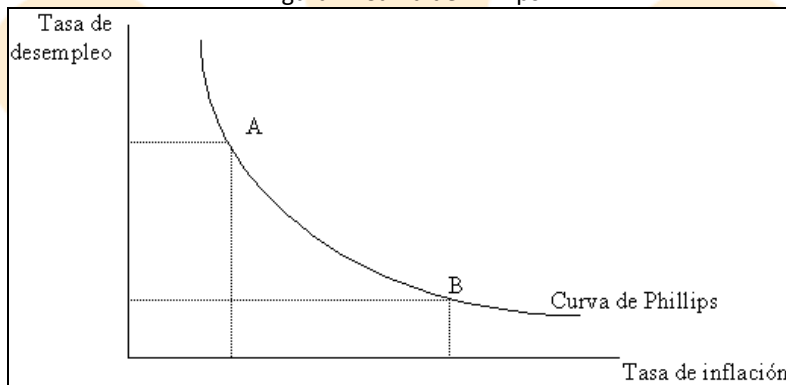
El octavo principio: *el nivel de vida de un país depende de su capacidad para producir bienes y servicios.* Para entender este principio es necesario entender el término de productividad, que es la cantidad de bienes y servicios producidos por unidad de tiempo. La productividad genera ingresos económicos y los ingresos aumentan el nivel de vida, este es el caso de economías de países como Japón y Estados Unidos que tienen una alta productividad y nivel de vida, Mankiw (2004).

El noveno principio: *los precios suben cuando el gobierno imprime demasiado dinero.* Cuando los gobiernos deciden imprimir dinero este empieza a circular en el mercado, los consumidores compran más y los productores deciden subir los precios para aumentar sus ganancias, a este fenómeno se le conoce como inflación, que es el aumento general de los precios de la economía, Mankiw (2004).

El décimo principio: *la sociedad se enfrenta a una disyuntiva a corto plazo entre inflación y desempleo.* Este principio está relacionado con el noveno, es mas, es una consecuencia. Al haber mayor cantidad de dinero en el mercado aumenta los precios, aumenta la inflación, si el gobierno decide estabilizar estos precios lo hace acosta del desempleo, la mano de obra o trabajo es un factor de producción y al prescindir de él se reducen los costos y se

pueden bajar los precios. Esta es la decisión que debe tomar el gobierno entre desempleo e inflación, Mankiw (2004).

Figura 1. Curva de Phillips



Fuente: Tomado de <http://www.auladeeconomia.com/articulos16.htm>

Lección 2. La demanda

La *demand*a junto con la *oferta* hace parte de la economía de mercado, son los factores que permiten su funcionamiento. El mercado está conformado por dos grupos, los compradores y los vendedores, los compradores son la demanda y los vendedores la oferta.

El estudio de la demanda y la oferta se realiza desde la perspectiva de un mercado de tipo competitivo. El mercado competitivo se caracteriza por tener gran cantidad de compradores y vendedores y su influencia en el precio es despreciable, es de recordar que si un agente puede influenciar en el precio es porque hay una falla de mercado (en este caso poder de mercado, monopolio). Cuando la oferta y la demanda se interrelacionan se pueden establecer cantidades y precios óptimos en el mercado. En esta lección nos limitaremos a hablar de la *demand*a, Krugman y Wells (2006).

La demanda muestra la conducta de los compradores y la relación que hay entre precios y cantidades compradas. El comportamiento de los compradores se rige por la *ley de la demanda*, la cual se basa en las decisiones racionales de las personas, cuando el precio de un bien sube se decide comprar menor cantidad y cuando el precio baja se decide comprar mayores cantidades, entonces la ley de la demanda establece que la cantidad demandada de un bien disminuye cuando sube su precio y aumenta cuando baja su precio.

Esta relación se puede mostrar mediante la curva de demanda que se construye mediante observaciones de precios y cantidades, por ejemplo para el bien “pan”, si el precio de un

pan es de \$200 el comprador decide comprar 10 unidades, pero si el precio aumenta a \$300 el comprador decide comprar tan solo 6, si el precio es de \$500 tal vez decida no comprar pan sino galletas o un bien sustituto. La siguiente tabla de demanda muestra la relación entre el precio del pan y la cantidad demandada de un individuo.

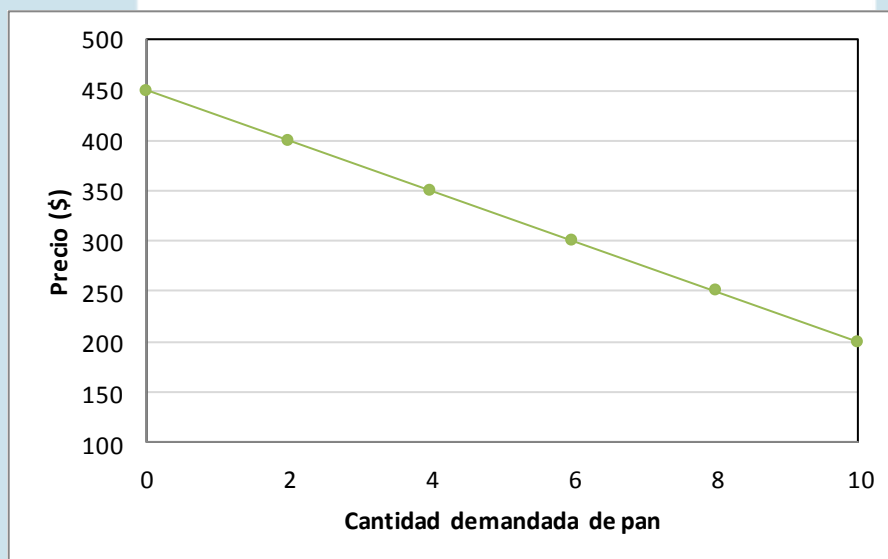
Cuadro 1. Tabla de demanda.

Precio de una unidad de pan (pesos)	Cantidad demandada de pan
200	10
250	8
300	6
350	4
400	2
450	0

Fuente: el autor.

La información presentada del cuadro anterior se puede mostrar gráficamente (figura 2), y la curva resultante de relacionar precios con cantidades es la curva de demanda.

Figura 2. Curva de demanda.



Fuente: El autor.

La curva de demanda presenta varias características, tiene pendiente negativa, no es continua en el tiempo, cuando aumenta el precio disminuye la cantidad, también se puede agregar a todos los consumidores del mercado, por ejemplo si la panadería recibe 5 clientes, cada uno con diferentes preferencias se podría generar la curva de demanda agregada para esa panadería (figura 3) y si existiesen más panaderías con el mismo bien y

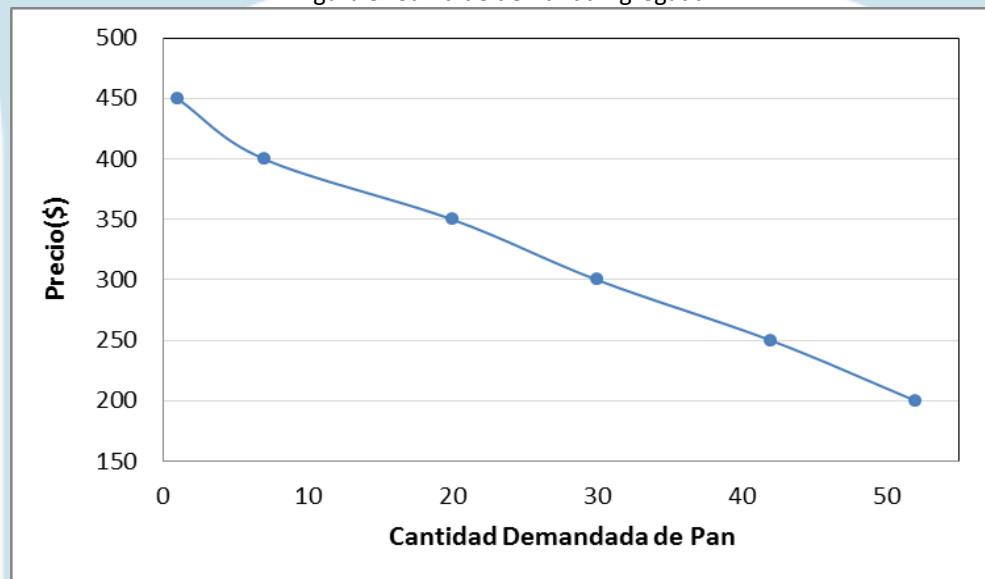
los mismos niveles de precios entonces también se podría hallar la curva de demanda del mercado de panes.

Cuadro 2. Tabla de demanda agregada.

Precio de una unidad de pan (pesos)	Demanda 1	Demanda 2	Demanda 3	Demanda 4	Demanda 5	Demanda total
200	10	12	11	9	10	52
250	8	9	9	7	9	42
300	6	7	7	5	5	30
350	4	5	5	3	3	20
400	2	1	1	1	2	7
450	0	0	0	0	1	1

Fuente: El autor.

Figura 3. Curva de demanda Agregada.

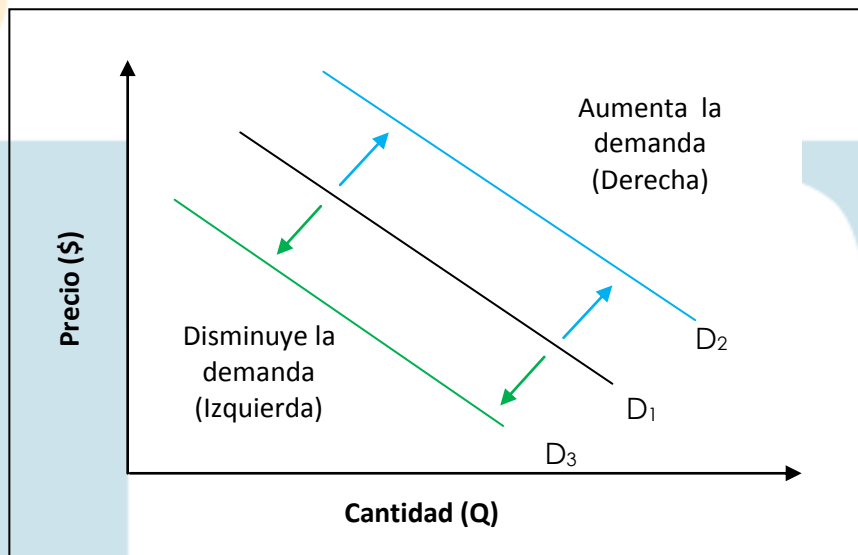


Fuente: El autor.

Existen otros factores además del precio que influyen en las decisiones de compra de los consumidores, por lo tanto, las decisiones pueden cambiar aumentando o disminuyendo el nivel de compras. Por ejemplo, una investigación científica demostró que el consumo de pan mejora la capacidad mental de las personas, por lo tanto los consumidores estarán dispuestos a consumir más cantidades de pan a cualquier precio, lo cual genera que la curva de demanda se desplace a la derecha (figura 4). Lo mismo puede ocurrir para el caso que los individuos estén incentivados a consumir menos pan, como por ejemplo que mediante recomendaciones médicas se le diga a los pacientes que el pan engorda, en respuesta, los consumidores dejarán de consumirlo, otra situación puede ser que disminuya el precio de un bien sustituto como la arepa o las galletas, en este caso la curva de demanda se desplaza hacia la izquierda (figura 4).

Las variables que pueden afectar las cantidades consumidas y generan desplazamiento de la curva de demanda son: la *renta o salario*, si aumenta la renta posiblemente compremos más pan, para un bien normal; en el caso de un bien inferior, si aumenta la renta disminuye la demanda, tal vez se decida comprar “cruasán”. Para el caso de un bien complementario, si se incrementa la demanda del chocolate para tasa aumentaría la demanda del pan; los gustos, las expectativas, el número de compradores también son variables que harían desplazar la curva de demanda (Cuadro 3).

Figura 4. Desplazamiento de la curva de demanda.



Fuente: El autor.

Cuadro 3. Efecto de variables en la curva de demanda.

VARIABLE	VARIACIÓN CURVA DE DEMANDA
Precio	Representa un movimiento a lo largo de la curva de demanda.
Renta	Desplaza la curva de demanda.
Precios de bienes relacionados	Desplaza la curva de demanda.
Gustos	Desplaza la curva de demanda.
Expectativas	Desplaza la curva de demanda.
Número de compradores	Desplaza la curva de demanda.

Fuente: El autor.

Lección 3. La oferta

En esta lección estudiaremos el segundo agente del mercado que está conformado por los productores, la oferta. Muestra la conducta de los productores y la relación que hay entre precios y cantidades vendidas. El comportamiento de los compradores se rige por la *ley de*

la oferta, cuando el precio de un bien sube se decide vender mayor cantidad y aumentar los beneficios, cuando el precio baja se decide vender menos, en conclusión la ley de la oferta establece que la cantidad ofrecida de un bien aumenta cuando sube su precio y disminuye cuando baja su precio, krugman y Wells (2006).

Esta relación se puede mostrar mediante la *curva de oferta* que se construye mediante observaciones de precios y cantidades, continuando con el ejemplo del bien “pan”, si el precio de un pan es de \$200, el comprador decidirá producir y vender 2 unidades pero, si el precio aumenta a \$300 el comprador decidirá vender 6 unidades. La siguiente tabla de oferta muestra la relación entre el precio del pan y la cantidad ofertada de una panadería.

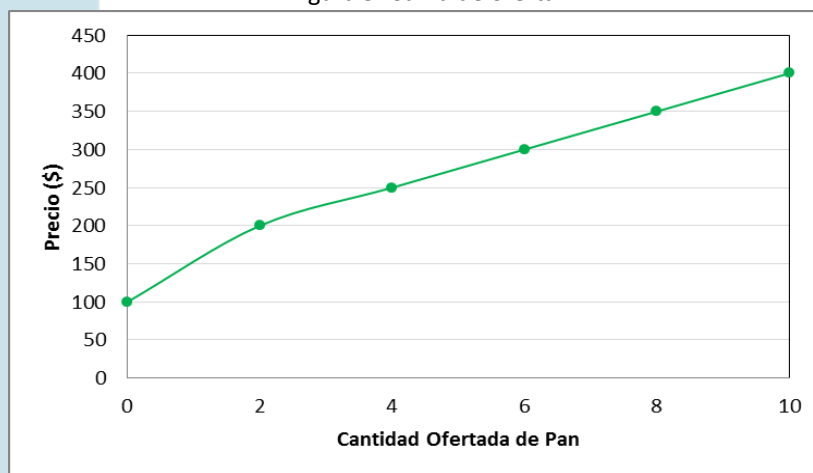
Cuadro 4. Tabla de oferta.

Precio de una unidad de pan (pesos)	Cantidad ofertada de pan
100	0
200	2
250	4
300	6
350	8
400	10

Fuente: el autor.

La información del cuadro 4 se puede mostrar gráficamente (figura 2), la curva resultante de relacionar precios con cantidades; es la curva de oferta.

Figura 5. Curva de oferta.

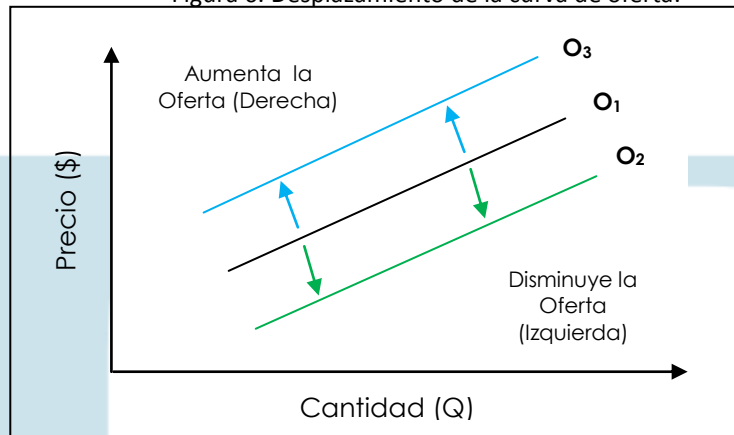


Fuente: el autor.

Esta curva tiene la pendiente positiva, se puede agregar para todo el grupo de panaderías y al igual que la demanda, construir la curva de oferta del mercado de las panaderías

agregando las cantidades producidas en cada una de ellas; otra característica es que no es constante en el tiempo ya que es susceptible a cambios por variables como la variación de precios de bienes sustitutos o complementarios, precios de los factores (materias primas) o insumos, la tecnología, las expectativas, el número de vendedores, entre otros. Para el caso de las panaderías, suponiendo que el precio del trigo subió por efecto de una sequía se genera un desplazamiento de la curva de oferta hacia la izquierda, podría también aumentar la demanda del chocolate por lo tanto la del pan también (figura 6).

Figura 6. Desplazamiento de la curva de oferta.



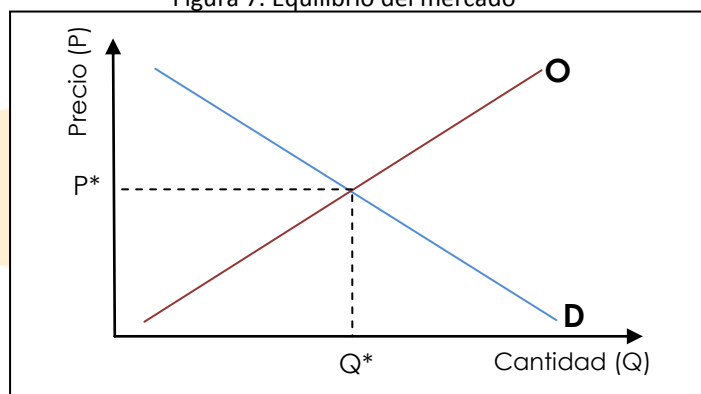
Fuente: el autor.

Para profundizar el tema de la oferta y la demanda como funciones, leer el documento [\[ir al documento\]](#).

Lección 4. Eficiencia económica y mercados

Ya estudiamos la demanda y la oferta por separado, ahora se mostrará que sucede cuando se interrelacionan para determinar precios y cantidades. Cuando los precios y cantidades son óptimos, se satisfacen las necesidades de consumidores y productores y se habla de *equilibrio* en el mercado. El equilibrio se define, como la “situación en la que el precio ha alcanzado un nivel en el que la cantidad ofrecida y la demandada se igualan” (Mankiw, 2004, p. 40), por lo tanto, implica que la cantidad producida es la misma vendida a un mismo precio, figura 7.

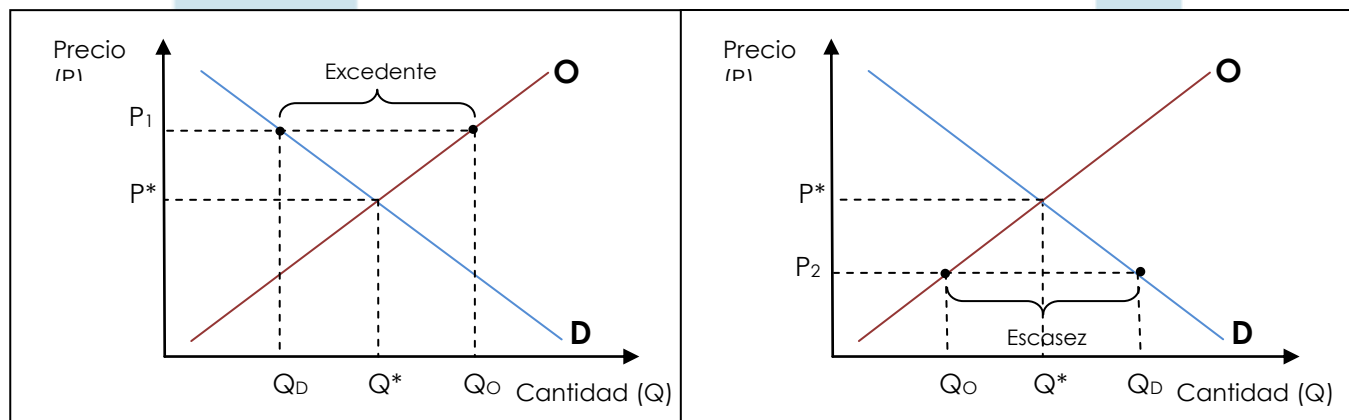
Figura 7. Equilibrio del mercado



Fuente: el autor.

La interacción entre productores y consumidores lleva naturalmente al mercado a encontrar el equilibrio del mercado, pero en ocasiones pueden subir o bajar los precios por ejemplo, por decisiones que toma el gobierno, esto da como resultado condiciones de excedente o escasez. Un excedente de mercado es cuando la cantidad ofrecida es mayor a la demandada a causa de un incremento del precio de equilibrio, figura 8. La escasez por el contrario es cuando la cantidad demandada es mayor que la cantidad ofrecida a causa de una disminución del precio de equilibrio, figura 8.

Figura 8. Excedente y escasez del mercado



Fuente: el autor.

Como se vio en las lecciones 2 y 3 las curvas de demanda y oferta pueden sufrir desplazamientos por la acción de algunas variables, esto afecta el equilibrio del mercado, el efecto del desplazamiento de una de las curvas o las dos simultáneamente es un nuevo punto de equilibrio, figura 9. Es vital analizar el efecto que puede llegar a tener un desplazamiento de las curvas, ya que este puede afectar en mayor o menor medida dependiendo de la pendiente de cada curva. Una curva con poca inclinación, más vertical, no sufrirá grandes cambios en cantidades con la variación del precio, lo contrario sucede

cuando la curva está muy inclinada, más horizontal, porque sufrirá cambios significativos en las cantidades con una variación en el precio, figura 9.

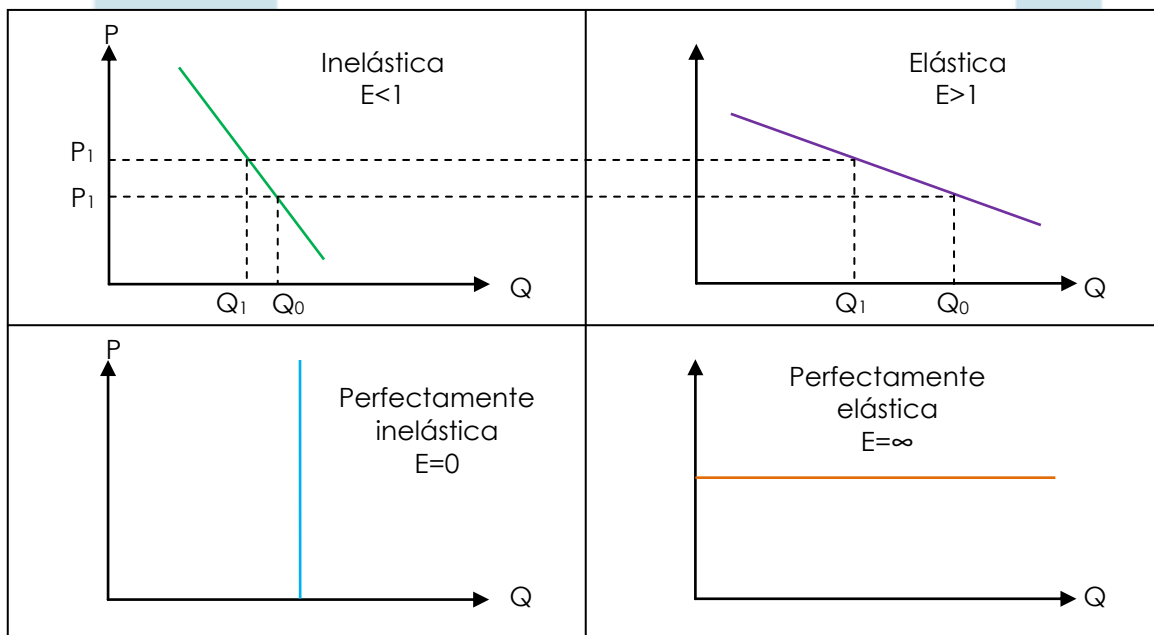
A este nivel es necesario incluir otro término para el análisis de los cambios en precios y cantidades y es la *elasticidad*, está mide el grado de sensibilidad de las curvas a dichos cambios. Se pueden calcular tres tipos de elasticidad, la *elasticidad precio de la demanda* que mide la sensibilidad de las cantidades demandadas cuando cambia el precio; la *elasticidad renta* o ingreso de la demanda que mide la sensibilidad de las cantidades demandadas cuando cambia el ingreso de la persona y la *elasticidad precio de la oferta* que mide la sensibilidad de las cantidades ofertadas cuando cambian los precios, Mankiw (2004).

El cálculo de la elasticidad se realiza de la siguiente forma: es la variación porcentual de la cantidad demandada dividida por la variación porcentual del precio.

$$\left| \frac{\frac{\Delta Q}{Q_1}}{\frac{\Delta P}{P_1}} \right| = \left| \frac{\frac{Q_2 - Q_1}{Q_1}}{\frac{P_2 - P_1}{P_1}} \right| = \left| \frac{\text{Variación porcentual de } Q_d}{\text{Variación porcentual de } P} \right|$$

Se dice que la demanda de un bien es *elástica* cuando la respuesta de los consumidores ante un cambio en el precio es significativa y que la demanda de un bien es *inelástica* cuando la reacción de los consumidores ante un cambio en el precio del bien es pequeño, figura 9.

Figura 9. Tipos de elasticidades



Fuente: el autor.

Hasta aquí se ha analizado como los agentes del mercado interactúan para establecer niveles óptimos de consumo y producción y como varían estas cantidades por efectos del precio o cambios en las cantidades. Ahora bien existe otro factor que incide en la asignación de los recursos y son los tipos de mercados, alguno de ellos obedecen a fallas de mercado.

El tipo de mercado en el que se basa el análisis económico es el mercado *perfectamente competitivo o de competencia perfecta*, este tiene principalmente dos características, los bienes que se transan en el mercado son iguales y existe gran número de compradores y vendedores que ninguno puede influenciar en el precio de mercado, este sería el caso de productos alimenticios como granos, frutas, verduras, cereales. Claro está que no todos los bienes y servicios obedecen a las características de los mercados perfectamente competitivos. Otro tipo de mercado es el *monopolio*, se caracteriza por que sólo hay un vendedor y este fija el precio, un ejemplo es el caso de algunas aerolíneas que son dueñas de una ruta específica, solo esta aerolínea viaja a un destino entonces todos los pasajeros que viajan a ese destino deben comprarle a esta aerolínea los tiquetes a los precios que esta imponga; otro tipo de mercado es el *oligopolio*, en este sólo unos cuantos productores manejan el mercado, este es el caso de las empresas productoras de bebidas gaseosas, unas cuantas empresas (coca cola, postobón, Pepsi cola) dominan el mercado, entre ellas se ponen de acuerdo para los precios; por último el tipo de mercado *monopolísticamente competitivo*, es el que está conformado por muchos compradores y muchos vendedores pero los bienes ofrecidos no son exactamente iguales, un ejemplo claro es el mercado de los automóviles, cada vendedor tiene la capacidad de fijar el precio de su automóvil.

Para profundizar el tema de la eficiencia económica, leer el documento, visitar [\[ir al documento\]](#)

Lección 5. Principio de equimarginalidad

Para finalizar este capítulo se estudiará el principio de equimarginalidad el cual se basa en la maximización de la utilidad total. Como tal se explicará primero la teoría de la *utilidad*.

La utilidad explica el comportamiento de los consumidores, el consumo de un bien genera satisfacción o gozo al suplir una necesidad, es por eso que algunos bienes son más útiles que otros debido al nivel en el que satisfagan las necesidades. Por lo anterior una persona racional toma decisiones de consumo pensando en la utilidad que le generan los diferentes bienes y servicios de la economía y en esto radica la importancia del estudio de la utilidad. Un principio fundamental cuando se habla de utilidad es que el bienestar o satisfacción de una persona está directamente relacionado con el consumo, entre más consumo de bienes mayor satisfacción.

La teoría de la utilidad establece una serie de supuestos²:

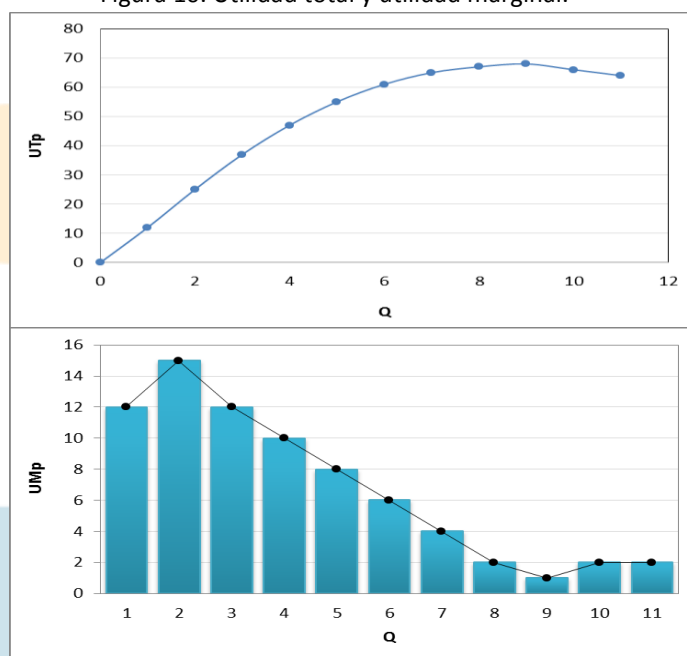
1. El ingreso de los individuos no es constante en el tiempo, este depende del tiempo dedicado al trabajo, al nivel de escolaridad, entre otras variables que lo afecten.
2. El nivel de utilidad del bien está dado por sus características propias y esto es un factor importante en la toma de decisiones del consumidor.
3. El consumidor busca maximizar su utilidad (utilidad total), y por tanto gasta todo su ingreso.
4. El consumidor tiene información completa de sus ingresos, de las características del bien y su precio.
5. El consumidor es racional, intenta obtener la mayor satisfacción posible. Esto quiere decir que el consumidor es capaz de determinar sus preferencias. Si el consumidor prefiere el bien A sobre el bien B y prefiere el bien B sobre el bien C, entonces preferirá el bien A sobre el bien C (*transitividad*).

Un problema de la teoría del consumidor es medir o cuantificar la utilidad, en el capítulo 4 se abordará el tema desde la perspectiva de la *economía del bienestar*, esta rama de la economía establece las herramientas para medir la utilidad (excedente del consumidor, excedente del productor, variación equivalente y variación compensatoria). Por el momento nos limitaremos a analizar la medida de la utilidad con una escala subjetiva de satisfacción.

El valor de utilidad por nivel de consumo sirve para calcular la *Utilidad Total (UT)* y la *Utilidad Marginal (UM)*, la primera es la satisfacción total de consumir cierta cantidad de un bien, la segunda es la satisfacción extra de una unidad de consumo adicional, la UM se basa en la ley de la utilidad marginal decreciente, esta ley establece que el nivel de satisfacción por el consumo de un bien va decreciendo a medida que se consume más del bien, por ejemplo en un día caluroso el primer vaso de jugo genera una alta utilidad ya que la necesidad (sed) se satisfizo, el segundo vaso de jugo genera también utilidad pero en menor o igual medida si la sed no se calmó, el tercer vaso menos satisfacción, eventualmente el 4 o 5 vaso no generen satisfacción y la persona decida no tomar más jugo, esta es la ley de la utilidad marginal decreciente, figura 10, Field (1995).

² Adaptado de: <http://www.auladeeconomia.com/micro-material3.htm#optimo>

Figura 10. Utilidad total y utilidad marginal.



Fuente: el autor.

Del planteamiento anterior surge una pregunta, ¿cuál será el nivel óptimo de consumo que genere la máxima satisfacción? Esta pregunta se responde matemáticamente, para lo cual es necesario conocer el valor de tres variables, el ingreso, el precio de los bienes y la escala subjetiva de valores de la utilidad que genera el consumo de los bienes de la economía. Teniendo en cuenta el supuesto 3, un individuo gasta todo su ingreso en el consumo de bienes, supongamos dos bienes, pan y jugo, la restricción presupuestaria estaría dada por, Field (1995).

$$I = (P_p \times Q_p) + (P_j \times Q_j)$$

En donde I es el ingreso, P_p es el precio por unidad de pan, Q_p es la cantidad de pan consumida, P_j es el precio de una unidad de jugo y Q_j es la cantidad de jugo consumida. El máximo nivel de utilidad está dado por la *condición de equimarginalidad*:

$$\frac{UM_p}{P_p} = \frac{UM_j}{P_j}$$

La condición de equimarginalidad es una situación en la que el consumo de una unidad más de cualquiera de los dos bienes genera la misma utilidad, entonces para la persona es indiferente el consumir cualquiera de los dos, esto implica que alcanzó su máximo nivel de utilidad. El siguiente cuadro muestra esta situación, suponga que el precio del pan $P_p=1$ y el precio del jugo $P_j=2$.

Cuadro 4. Tabla de oferta.

Q	UT _p	UT _j	UM _p	UM _j	UM _p /P _p	UM _j /P _j
0	0	0	-	-	-	-
1	15	22	15	22	15	11
2	25	38	10	16	10	8
3	32	52	7	14	7	7
4	38	64	6	12	6	5
5	42	70	4	6	4	3

Fuente: el autor.

Solo falta saber el valor del ingreso, asuma un valor de \$10. La condición de equimarginalidad (CE) es la variable que una persona implícitamente usa para tomar la decisión de consumo. Lo primero que haría es comprar una unidad de pan ya que la CE es 15, satisfacción mayor a la del consumo de la primera unidad de jugo (11), la segunda unidad será de jugo (CE=11), la tercera de pan (CE=10), la cuarta de jugo (CE=8), en este punto a consumido dos unidades de pan y dos de jugo, ha gastado \$6, la tercera unidad de cualquiera de los dos bienes genera el mismo nivel de utilidad por lo cual es indiferente en cual escoger, de todas formas el dinero le alcanza para consumir los dos bienes, entonces la quinta unidad será de pan (CE=7), la sexta de jugo (CE=7) y la sexta de pan (CE=6). En total consumió 4 unidades de pan, \$4, y 3 unidades de jugo, \$6, gastó el total del ingreso tomando decisiones racionales en cuanto al nivel de utilidad que le genera cada producto. La utilidad total de consumir 4 panes es de 38 y la de consumir 3 jugos es de 52, en total 90, con el nivel de ingresos es la combinación de consumo que le genera mayor nivel de utilidad.

UNIDAD 1. ECONOMÍA AMBIENTAL

CAPÍTULO 2. ECONOMÍA Y AMBIENTE

La economía es una ciencia que parece incompatible con el medio ambiente. El sistema económico se basa en incentivos que dirigen la conducta de las personas, con el fin de mantener niveles de vida, en donde el bienestar está dado por el consumo de bienes y servicios, estos últimos son producidos gracias a un conjunto de factores de producción entre los cuales se encuentran los recursos naturales y los servicios ambientales; aquí se encuentra una de las relaciones entre economía y ambiente. Por otro lado, el incremento de la población y la creación de diversidad de bienes ha requerido de la utilización de enormes cantidades de recursos naturales, además se ha utilizado el ambiente para descargar todos los subproductos o residuos de la industrialización (líquidos, sólidos y

gaseosos); esta es otra relación. Esta realidad fue evidente hace mucho tiempo y para tal efecto se diseñaron medidas de control que establecieron niveles máximos de contaminación pero, sin la capacidad de comprobar el comportamiento de las empresas, el resultado son niveles de contaminación altos, en la atmósfera, cuerpos de agua y suelos. En este caso la economía aporta una herramienta de control utilizando incentivos económicos que redirigen el comportamiento de los productores, para lo anterior es necesario establecer niveles óptimos de contaminación por medio del estudio de las funciones de costos de las empresas internalizando los costos ambientales.

Lección 6. Economía

En el capítulo anterior se estudiaron los fundamentos teóricos de la economía con el fin de entender el funcionamiento de los mercados y los agentes económicos, en esta sección se analizarán los modelos económicos del diagrama de flujo circular y la frontera de posibilidades de producción y por último se complementará el tema del principio de equimarginalidad desde el lado de la curva de costos de la oferta.

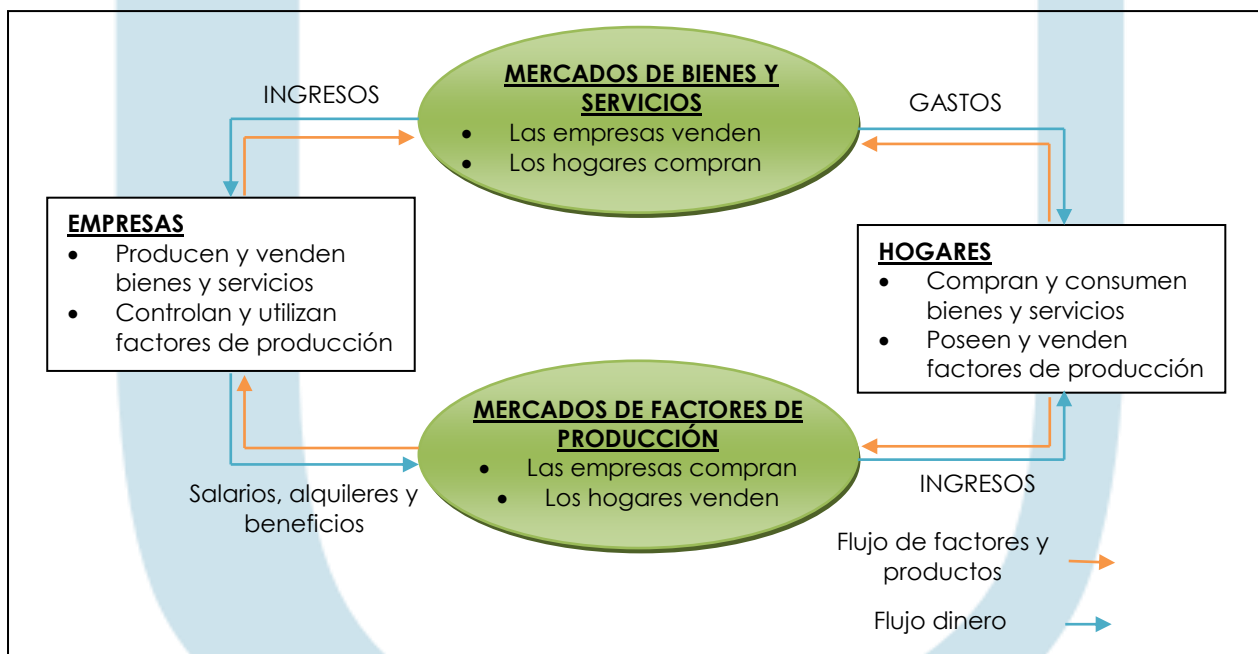
La economía es una ciencia y como tal su estudio se centra en el método científico, el cual se aplica mediante la observación y la teoría. A diferencia de otras ciencias en la economía no es fácil experimentar para confirmar la teoría, por ejemplo, se quiere saber el efecto de subir los precios de los insumos agrícolas para determinar el comportamiento de los precios del mercado y cantidades transables en este, esta situación podría conllevar a la disminución de la demanda causando pérdidas a los productores. Para esto los economistas deben estudiar los hechos históricos y sustentar las teorías con base en estos hechos.

Otro aspecto que se usa para el estudio de la economía son los supuestos, estos se utilizan para facilitar el análisis de fenómenos económicos. Los supuestos son necesarios puesto que es complicado manejar todas las variables que determinan un comportamiento. Es por esto que en ocasiones se analiza una economía como si solo existieran dos bienes y dos individuos, simplifica y hace más fácil su entendimiento y luego se puede ampliar a los demás bienes del mercado. Luego de establecer supuestos el paso siguiente es crear un modelo que muestre variables endógenas y exógenas (según los supuestos) que representen las condiciones que determinan dicho fenómeno o comportamiento. Estos modelos pueden ser funciones que se compongan de una variable dependiente, por ejemplo, el precio de un bien y una serie de variables independientes como el precio de los factores, los salarios, los arriendos, las expectativas, el precio de bienes sustitutos y complementarios, entre otros; también pueden ser modelos basados en diagramas y gráficas.

El primer modelo que se analizará es el *diagrama del flujo circular*, figura 11, en este se muestra como fluyen el dinero y los factores de producción y consumo en una economía. El supuesto de este modelo es que la economía está conformada únicamente por dos agentes, los hogares y las empresas, se excluyen otros factores como el gobierno para facilitar el estudio.

Tanto las empresas, como los hogares, los mercados de bienes y servicios y el mercado de factores de producción son compradores y vendedores, estas actividades generan flujos de dinero (ingresos o gastos), de factores de producción y de bienes y servicios. Iniciemos el análisis por los hogares. Los *hogares* compran *bienes* y *servicios* para satisfacer sus necesidades, estas compras generan *gastos*, para cubrir estos gastos las personas del hogar trabajan y ganan salario (ingreso o renta), el *trabajo* de las personas entran en el *mercado de factores de producción*, este mercado no solo demanda trabajo también transan tierra y capital, estos factores son comprados por las *empresas* quienes los utilizan para transformarlos en *bienes* y *servicios*, los cuales son transados en el *mercado de bienes y servicios* y vendidos a los hogares, el dinero de la venta es el ingreso de las empresas el cual es utilizado por estas para comprar los factores de producción. Aquí se cierra el ciclo, fíjense que el dinero circula por los mercados, las empresas y los hogares; los bienes y servicios son producto del uso y transformación de factores de producción y se compran y venden en los mercados.

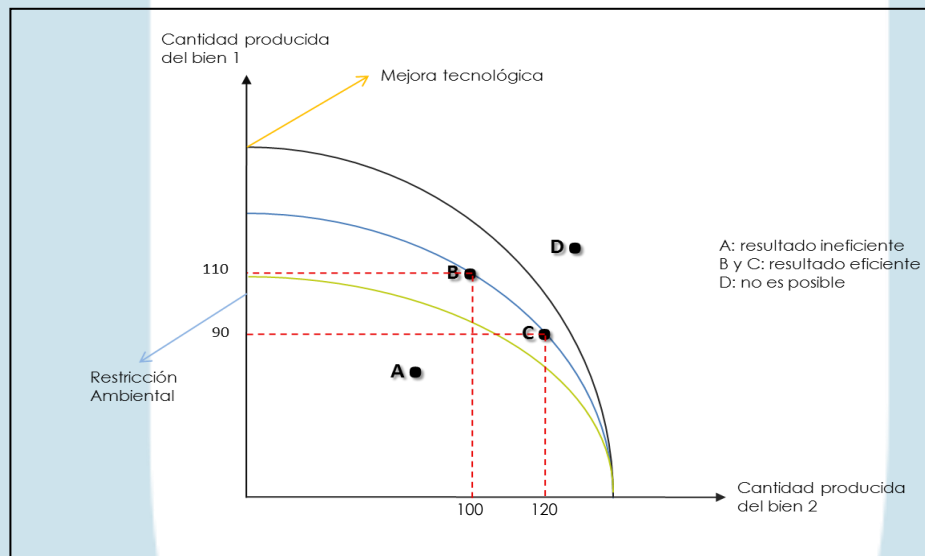
Figura 11. Modelo diagrama del flujo circular.



Fuente: Modificado de Mankiw, 2004.

Continuemos con el estudio de los modelos económicos, el siguiente modelo es la *frontera de posibilidades de producción* y está representado por una gráfica, figura 12. A pesar que las economías producen un gran número de bienes y servicios este modelo supone para su análisis sólo dos, otro supuesto es que estos dos bienes utilizan todos los factores de producción de la economía. Esta curva muestra las diferentes combinaciones de producción de los dos bienes, todas las combinaciones que se ubiquen sobre la curva son eficientes, puesto que la economía está sacando el mejor provecho de los recursos o factores de producción, figura 12 puntos B y C, por otro lado las combinaciones ubicadas por debajo de la curva, punto A, son un resultado ineficiente ya que no es eficiente en el uso de los recursos y las combinaciones que estén sobre la curva, punto D, no son posibles ya que la economía no dispone de tal cantidad de recursos para ese nivel de producción. En conclusión la frontera de posibilidades de producción muestra la máxima producción que se puede alcanzar con los recursos escasos de la economía y las combinaciones de estos bienes. Nótese que en la figura 12 aparecen dos curvas más, una verde y otra negra, estas curvas son desplazamientos que sufre la frontera de posibilidades de producción debidos a distintos factores, por ejemplo se desplaza hacia arriba (curva negra) a causa de una mejora tecnológica que permite mayor producción del bien 1 y se desplaza hacia abajo (curva verde) por efecto de una restricción ambiental.

Figura 12. Frontera de posibilidades de producción.

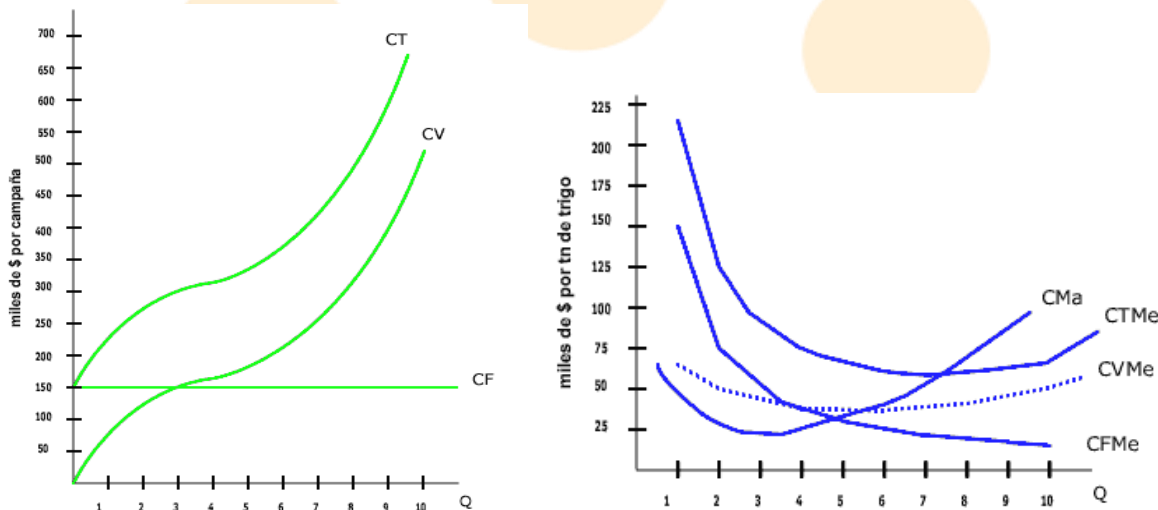


Fuente: el autor.

Ya estudiados dos de los modelos económicos clásicos se analizará el *principio de equimarginalidad para la oferta* (recuerde que en la lección 5 se abordó este término con base en la utilidad de la demanda). Para comprender la curva de costos de una empresa es preciso mencionar algunas características, figura 13 (costo total, CT y costo variable, CV); su pendiente es positiva, a medida que aumenta la producción de la empresa aumentan los costos, debido a la necesidad de utilizar más recursos; para representarla gráficamente

se hace mediante la curva de costos marginales, observe detenidamente las siguientes gráficas.

Figura 13. Curvas de costos, costo marginal.



Fuente: tomado de <http://www.econlink.com.ar/costo-marginal>

En la figura anterior la curva de costos marginales, gráfica de la izquierda denotada con “C_{Ma}”, muestra el comportamiento habitual, al principio es decreciente hasta alcanzar el nivel eficiente de producción, en las primeras unidades producidas la tecnología no está siendo usada a su máximo rendimiento por lo que producir una unidad más, no será tan costoso pero, en el momento en el que la tecnología dé su máximo rendimiento utilizará todos los recursos eficientemente (valor mínimo en la curva de costos), entonces, producir una unidad más de producto será mucho más costoso que el anterior, en este punto estamos en el tramo de la curva de C_{Ma} en donde empieza a ser creciente y a tener pendiente positiva.

El principio de equimarginalidad se basa en la comparación de costos marginales entre empresas para lograr eficiencia en el mercado, suponga el nivel de producción de cierto bien o servicio debe ser suministrado por dos empresas, la mejor opción no es dividir entre las dos la meta de producción, la decisión según este principio es identificar la empresa que enfrente menores costos marginales, por lo que incurrirá en menos costos para satisfacer el mercado, así se asegura la eficiencia en el uso de recursos y no se incrementan los precios.

Lección 7. Economía ecológica

La economía ecológica nace como una crítica a la economía neoclásica (la que se estudia hoy en día) que de alguna forma le dio paso a la economía ambiental. Con base en esto la economía ecológica plantea varios postulados; el primero es que plantea que el sistema económico no es un sistema cerrado, ver figura 11, si no que se debe tener en cuenta sus relaciones con los ciclos biogeoquímicos los cuales le dan sustento a la vida en la tierra, aportando recursos para todos los procesos productivos y de sustento mediante las funciones ecológicas de los ecosistemas.

La función del ambiente y los recursos naturales para la economía, según la economía neoclásica, es sólo como factor de producción; pero desde el punto de vista de la economía ecológica es amplio el número de funciones los ecosistemas, funciones reguladoras, productivas, de soporte y de información, ver cuadro 5.

El segundo postulado también nace de una crítica a la economía neoclásica en el punto en que está última no desconoce un crecimiento ilimitado de la economía con respecto a los factores de producción. La propuesta de la economía ecológica está en el planteamiento, que el ecosistema del planeta, tomado como un todo, es un sistema cerrado en materiales pero abierto en energía, por lo tanto el crecimiento económico estará limitado por escasez de materiales y no por barreras económicas. El aporte de la economía está en la generación de políticas que garanticen la renovabilidad de los recursos y el uso razonable de los recursos naturales no renovables, además de la reducción de la contaminación para no seguir afectando las funciones ambientales de los ecosistemas.

Cuadro 5. Funciones de los ecosistemas.

FUNCIONES DE SUSTENTACIÓN DE LA VIDA QUE CUMPLEN LOS ECOSISTEMAS			
<i>Funciones regulatorias</i>	<i>Funciones productivas</i>	<i>Funciones de soporte</i>	<i>Funciones de información</i>
<p><i>Proporcionar sustento para actividades económicas y de bienestar humano mediante:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Protección contra influencias cósmicas perjudiciales. • Regulación climática. • Protección de cuencas y manantiales. • Protección del suelo y prevención de la erosión. • Almacenamiento y recicle de desperdicios industriales y humanos. • Almacenamiento y recicle de materia orgánica y nutrientes minerales. • Mantenimiento de la diversidad biológica y genética. • Control biológico. • Proporcionar un hábitat para especies migratorias, cuna y alimentación. 	<p><i>Proporcionar recursos básicos, tales como:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Oxígeno, alimentos, agua potable y nutrición. • Agua para industrias y residencias, etcétera. • Ropas y tejidos. • Materiales para edificaciones, construcción y manufacturas. • Energía y combustible. • Minerales. • Recursos medicinales. • Recursos bioquímicos. • Recursos genéticos. • Recursos ornamentales. 	<p><i>Proporcionar espacio y base adecuada entre otros para:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Habitación. • Agricultura, bosques, pesca, acuicultura. • Industria. • Proyectos de ingeniería tales como carreteras y represas. • Recreación. • Conservación de la naturaleza. 	<p><i>Proporcionar beneficios estéticos, culturales y científicos mediante:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Información estética. • Información espiritual y religiosa. • Inspiración cultural y artística. • Informaciones científicas y educacionales. • Informaciones potenciales.

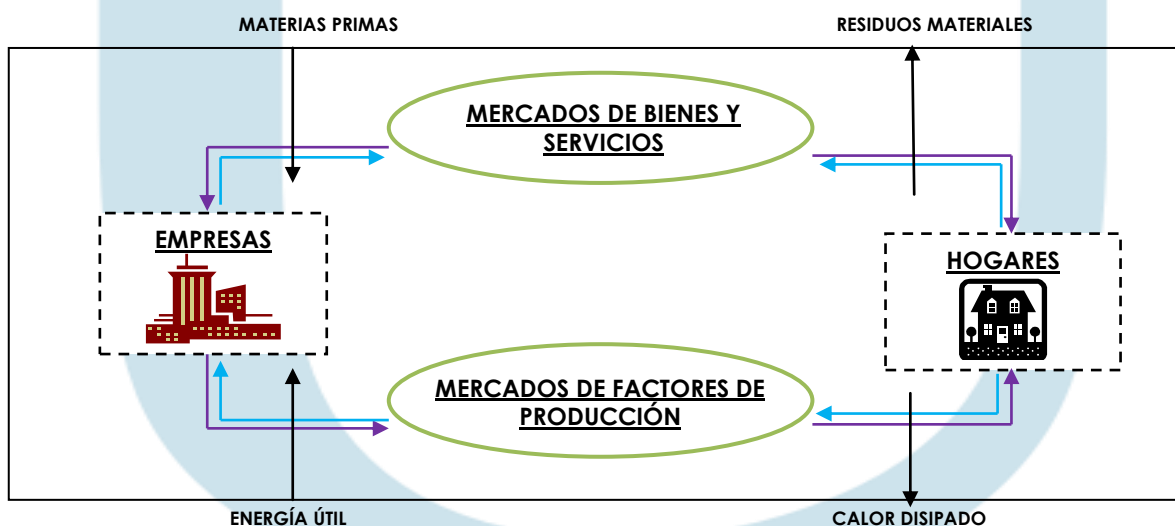
Fuente: tomado de Folarodi y Pierri, 2005.

La economía ecológica critica a la economía ambiental, cuando esta última presenta a la contaminación y el agotamiento de la diversidad biológica como bienes y servicios, buscando darles un precio para poder incluirlos en las funciones de costos de las empresas o en la función de gasto de los hogares, en donde este valor monetario representa el valor del recurso para su reposición o recuperación. La economía ecológica afirma que para poder asignarle un valor a un bien o servicio se deben tener en cuenta todas las relaciones ecológicas que desempeñan y tenerlas en cuenta a la hora de valorarlos; esto último sería un planteamiento ideal pero su alcance, en la práctica requiere de gran inversión en

conocimiento y voluntad económica de los reguladores. Otro planteamiento de crítica hacia la economía ambiental está en la rama de la economía de los recursos naturales, la cual establece niveles óptimos de extracción de recursos naturales renovables y no renovables, en donde se garantice la sostenibilidad en el tiempo de los recursos generando el máximo rendimiento económico posible. La economía ecológica refuta para el caso de los recursos naturales renovables que cuando se permite la explotación de este tipo de recursos no se tienen en cuenta el potencial de transmitir información genética de adaptaciones que solo puede tener un grupo o individuo de la especie, por lo tanto se esté afectando a especies e incrementando su vulnerabilidad a los cambios ambientales que se afrontan hoy en día. En conclusión las bases de la teoría de la economía ecológica son el deber ser, es decir, el tener en cuenta todas las variables ambientales se aseguraría una calidad ambiental responsable con todos los seres vivos del planeta, para lo cual la economía ambiental aporta herramientas para redireccionar el comportamiento de los agentes económicos hacia esa calidad ambiental, en otras palabras, la sostenibilidad del planeta y dando valores económicos a los bienes y servicios ambientales e internalizando costos y precios que cubran el uso de los ecosistemas.

Por último la economía ecológica, según Common (2008), propone una variación al modelo económico planteado en la sección anterior, para lo cual integra el concepto de sistema abierto en donde se tienen entradas y salidas, en primer lugar de balances de energía, siguiendo los principios de las leyes de la termodinámica, entrando energía solar y disipando calor, en segundo lugar de materiales, saliendo residuos y entrando recursos naturales, planteando que los residuos deben ser una entrada más al sistema con la capacidad de reutilizar nutrientes y materiales, reduciendo el consumo de recursos naturales (figura 14).

Figura 14. Diagrama sistema económico como sistema abierto.



Fuente: El Autor

Para profundizar el tema de Economía Ecológica, leer el libro, visitar [\[ir al documento\]](#)

Lección 8. Economía y ambiente

Ya es clara la relación entre economía y ambiente, el sistema económico está compuesto por personas pero no podría subsistir sin los recursos y servicios que les presta el ambiente. Retomando la definición de la palabra economía, es la ciencia que estudia como las sociedades administran los recursos escasos, pero se asumía que estos eran ilimitados y se le daba más importancia a recursos como el capital y el trabajo. Por otro lado el sistema económico actual no tiene en cuenta los subproductos de las actividades de producción y consumo, residuos líquidos, sólidos y gaseosos, generaban externalidades a los mismos agentes económicos como a los sistemas ecológicos, regulación del clima, disponibilidad hídrica, los cuales son necesarios para el sostenimiento de la vida en el planeta y para seguir surtiendo los mercados.

El reconocimiento de que la principal fuente de factores de producción son los recursos naturales, que el ambiente es el receptor de los residuos y que la conducta humana obedece a un sistema económico basado en el consumo, llevó a proponer soluciones que se encarguen de involucrar en el análisis económico las variables que den solución a la degradación ambiental, cambiando las decisiones de producción y consumo, teniendo en cuenta costos y beneficios socio-ambientales. La economía ambiental se centra especialmente en los recursos ambientales y regula como utilizarlos para el beneficio de las generaciones presentes y futuras; y parte de la base de que los recursos naturales y ambientales son escasos.

En los últimos años la economía ambiental ha evolucionado velozmente como disciplina científica, debido a la relación positiva entre desarrollo económico y medio ambiente, esto ha permitido mejorar el conocimiento sobre las complejas relaciones entre estas dos ciencias y sobre los impactos ambientales generados sobre las actividades humanas y de las actividades humanas sobre el ambiente.

Analicemos el medio ambiente como factor de producción. La economía dispone de diversos factores de producción, trabajo, capital y recursos naturales; los últimos son todos los materiales incluido el suelo o la tierra. El capital a su vez se divide en capital humano, se refiere al nivel de conocimiento y capacidad de las personas para usar eficientemente los recursos; el capital real, es toda la infraestructura necesaria para la producción, tecnología, edificios, entre otros y el capital natural que son todas las funciones de los ecosistemas, tales como suministro de agua, regulación del clima, información genética, desarrollo de los ciclos biogeoquímicos como sustento de la vida, prevención de deslizamientos e inundaciones, depurador del aire, suelo y agua, entre otras.

Estos factores de producción ambientales junto con los demás necesarios para la producción, se pueden relacionar mediante la *función de producción*. Esta función muestra la relación que existe entre el producto terminado y la combinación de factores que se utilizan para su fabricación, es claro que cada actividad, sector productivo o empresa, tiene una función de producción diferente. La función general se puede representar de la siguiente forma, Riera, *et al* (2005).

$$Q = F(Z,K,L)$$

La letra Q representa la cantidad producida del bien, la letra F denota que esta cantidad producida es una función de la combinación de varios factores de producción que son los que van entre el paréntesis, la Z son las entradas de recursos naturales y ambientales, la K representa el capital real y la L es el factor trabajo. En la medida que se aumentan las cantidades de los factores aumenta la cantidad producida. La importancia de estudiar la función de producción es encontrar una forma funcional que represente la forma en como deben ser combinados los factores para hacer un uso eficiente de estos y evaluar la posibilidad de sustituir unos por otros, por ejemplo recursos naturales por subproductos (residuos).

Los recursos naturales como factor de producción contribuyen indirectamente en el bienestar de las personas, ya que fueron utilizados en la fabricación del bien que generó la satisfacción. Los bienes de la economía no son sólo los que se pueden comercializar en un mercado, existen otros que por el simple hecho de existir generan satisfacción, por ejemplo la oportunidad de conocer lugares con atributos ambientales como paisajes, especies, el simple hecho de gozar de un aire limpio, entonces, el postulado de la economía clásica de que el bienestar de una persona está directamente relacionado con su nivel de consumo, es factible si en este consumo se incluyen bienes ambientales. De lo anterior se puede medir el nivel de utilidad de un individuo mediante la *función de utilidad*, la cual relaciona el bienestar de una persona con el consumo de una canasta de bienes y servicios.

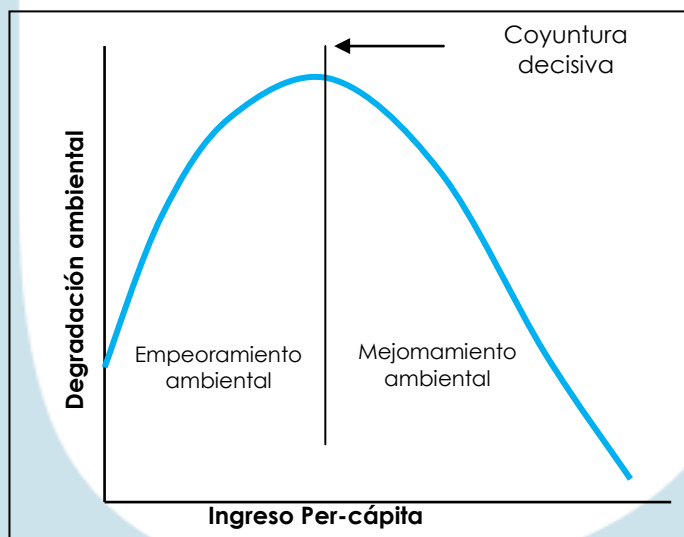
$$U = H(C,Z)$$

La letra U representa el nivel de utilidad, expresada como la satisfacción o gozo que genera el consumo de conjunto de bienes, la letra H denota que el nivel de utilidad es una función de la combinación de varios bienes, la letra C es el consumo de los bienes de la economía y la letra Z es el consumo de los bienes ambientales. En esta función de utilidad se retoma el concepto de la utilidad marginal decreciente, que es cuando el individuo experimenta mayor utilidad entre mas consume, pero este incremento es decreciente, el primer pan que se come genera mucha satisfacción, el segundo un poco menos, por que empieza a calmar el hambre, el tercero menos satisfacción que el segundo y así sucesivamente, Perello (2001).

Un problema interesante de la economía ambiental es como se le da valor a los bienes ambientales no mercadeables, es decir que no tienen un precio ni un mercado, por ejemplo cuánto vale para una persona visitar un parque natural, cuánto vale la conservación de una especie en vía de extinción. Esto es una tarea de las técnicas o metodologías de valoración económica ambiental, que identifican el bien que se quiera valorar, le asignan un uso (valor de uso directo, valor de existencia, valor de legado, entre otros) y mediante modelos matemáticos y económicos se establece relación entre variables y se dan valores aproximados de los recursos. Para obtener buenos resultados es indispensable involucrar la mayor cantidad de variables que describan el comportamiento económico de los agentes económicos y por último definir correctamente los derechos de propiedad, ya que los bienes ambientales en su gran mayoría son bienes públicos o comunes de libre acceso y la condición de libre acceso conlleva a la sobre explotación de los recursos.

Por último es importante entender la relación entre crecimiento económico y deterioro ambiental, para esto, el premio nóbel de economía del año 1971 Simón Kuznets, analizó esta situación mediante una gráfica llamada la curva ambiental de Kuznets, ver figura 15. Esta curva en forma de U invertida indica que a medida que crece la economía de un país aumenta la presión sobre los recursos naturales, esto es típico de economías basadas en actividades industriales, cuando la economía alcanza cierto nivel de crecimiento esta presión empieza a disminuir, esta reducción se debe a que un país que alcanza un alto crecimiento económico decide sustituir la actividad de producción de bienes y se dedica a actividades de producción de servicios, los cuales impactan en menor medida el ambiente.

Figura 15. Curva de Kuznets ambiental.



Fuente: <http://porantonomasia.wordpress.com/2010/09/28/economia-medio-ambiente-y-el-ejemplo-de-china/>

Para profundizar el tema de la curva ambiental de Kuznets, leer el artículo, visitar [\[ir al artículo\]](#)

Lección 9. Análisis económico de la calidad ambiental

En el primer capítulo (1) se afirmó que bajo un mercado de competencia perfecta los agentes económicos (oferta y demanda) son capaces por si solos de hacer funcionar la economía, este planteamiento es refutado por la economía ambiental y es que con seguridad la economía funciona inadecuadamente cuando se involucran los impactos ambientales generados por los agentes económicos. En conclusión estos agentes analizados individualmente pueden considerarse eficientes por que reducen costos, incrementan ingresos o beneficios, pero si se miran en forma global entonces no son eficientes socialmente.

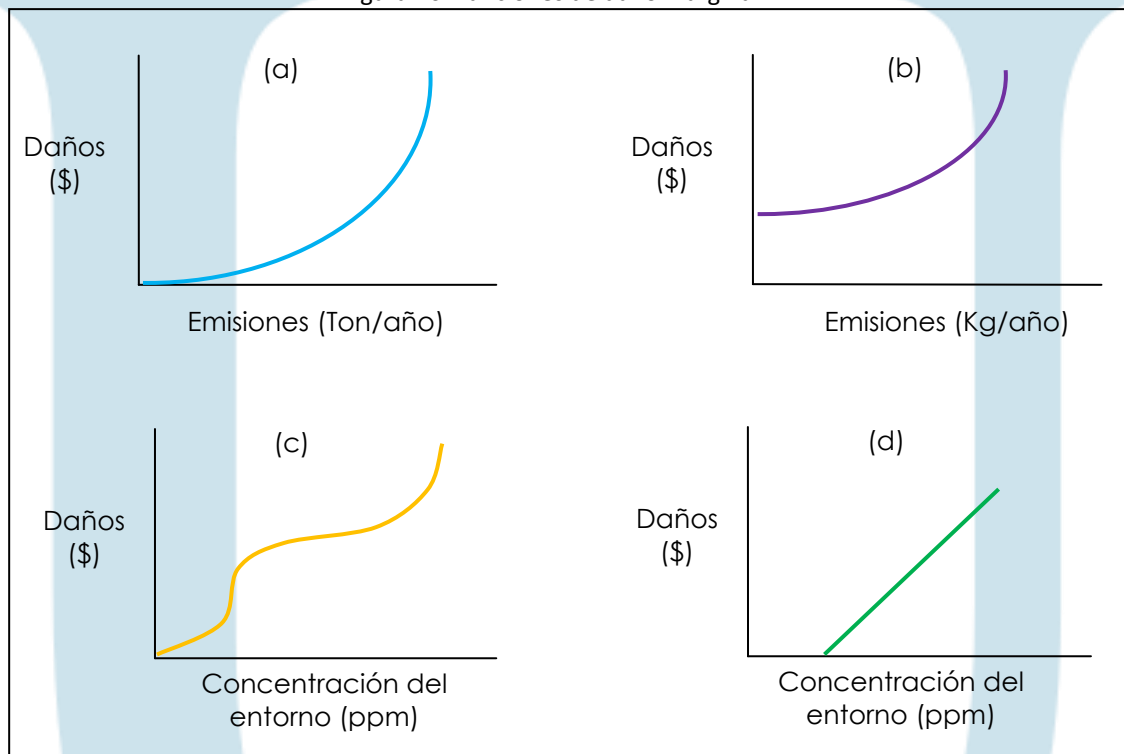
El control de la contaminación es tarea de la *economía normativa* que está estrechamente relacionado con las políticas de regulación ambiental. Uno de los problemas a los que se enfrenta el diseño de políticas, es determinar los estándares de contaminación que aseguren un nivel de calidad ambiental. Las herramientas utilizadas por la economía para solucionar los impactos ambientales son, pagos por concesiones para explotar los recursos y multas por contaminar. El principal inconveniente es que para establecer los valores económicos de estas herramientas, no se tienen en cuenta los costos reales de la contaminación, no solo la afectación de un recurso como el aire sino también los costos por enfermedades respiratorias de las personas afectadas y hasta los costos de los efectos del cambio climático, ocasionado por contaminantes atmosféricos. Por último, un inconveniente más de los reguladores, es la correcta reinversión de los recursos económicos recaudados por los pagos “ambientales”.

El modelo general del control de la contaminación, se basa en la afectación que tienen los contaminantes que generan los productores (oferta) en las personas y el ambiente, que para alcanzar los niveles de calidad ambiental establecidos deben incurrir en costos para tratar sus residuos o reutilizarlos (*costos de reducción*), invertir en mejores insumos o cambiar de tecnología. Este modelo también evalúa los daños ambientales, que son los impactos ambientales que generan las actividades productivas, estos se modelan mediante la *función de daño*, esta relaciona la cantidad de residuos y el daño que ocasionan, en donde el daño aumenta cuando aumenta el número de residuos, la principal representación gráfica es la *función de daño marginal*.

La función de daño marginal muestra cómo cambian los daños ambientales cuando se aumenta en una unidad del contaminante en emisiones o concentraciones en la atmósfera, Field (1995). En la figura 16 se muestran varios tipos de función de daño marginal. El eje vertical de las gráficas (eje y) está dado por los costos que generan los impactos ambientales a la sociedad, por ejemplo, los costos en salud de las personas,

cultivos perdidos por aguas contaminadas, árboles talados; y en el eje X está formado por los niveles de emisión de los contaminantes, por ejemplo, número de partículas por millón (ppm) de dióxido de azufre (SO_2) ó metros cúbicos de agua contaminada. La *gráfica a*, de la figura 16 es la representación más común de una función de daño marginal, esta muestra que a niveles bajos de contaminación los daños ambientales aumentan lentamente, capacidad de amortiguación del ambiente y autodepuración, pero cuando aumenta la contaminación estos se acumulan y los daños ambientales se incrementan rápidamente después de sobrepasar los límites naturales. La *gráfica b*, inicia con daños ambientales altos en las primeras emisiones, esto es típico de contaminantes con alto grado de peligrosidad. La *gráfica c*, representa un daño ambiental que se incrementa con las primeras concentraciones de contaminantes y se aumenta rápidamente, es el caso de contaminantes que afectan inicialmente a la población directamente expuesta y luego a la población afectada indirectamente, Field (1995).

Figura 16. Funciones de daño marginal.



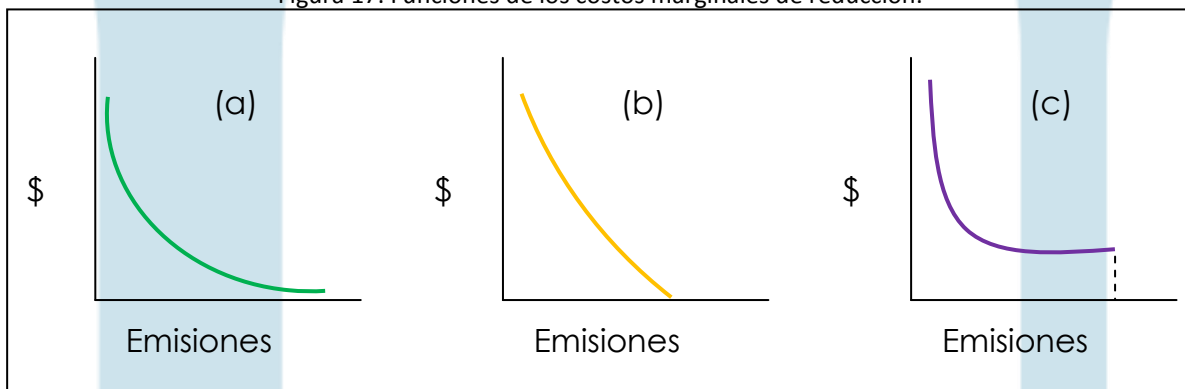
Fuente: Adaptado de FIELD, La Economía de la Calidad Ambiental, 1995.

En párrafos anteriores se habló de otro aspecto a valorar en el modelo general de control de la contaminación, los costos de reducción de la contaminación. Estos son los costos que tienen las empresas para controlar la generación de contaminantes, por ejemplo el costo de instalar una planta de tratamiento, un filtro en una chimenea, cambio de combustibles o mantenimientos. Se representan mediante la *curva de costos marginales de reducción*, figura 17, en el eje Y van los costos de reducir la contaminación y en el eje X

los niveles de emisión. Una forma de interpretarla es observando la curva de derecha a izquierda, el punto donde corta la curva con el eje X es en donde se presenta el nivel más alto de contaminación, las técnicas para reducir las primeras unidades de contaminación no es alto, ya que no se requiere de una tecnología muy avanzada para esto, por ejemplo reducir el 10% del contaminante, pero cuando las metas de reducción son mayores, por ejemplo remover el 80% del contaminante, entonces se requiere de una tecnología más eficiente que es de igual forma más costosa, Field (1995).

Una de las características de la curva de costos marginales de reducción de la contaminación, es que se pueden agregar varias curvas en una sola, esto para el caso de un conjunto de empresas que generen el mismo contaminante en una misma zona, claro está que cada empresa enfrenta una curva de costos particular. Esta característica es útil en el momento de alcanzar estándares de contaminación, en donde se puede regular incentivando a reducir mayores cantidades a las empresas que tengan menores costos marginales.

Figura 17. Funciones de los costos marginales de reducción.



Fuente: Adaptado de FIELD, La Economía de la Calidad Ambiental, 1995.

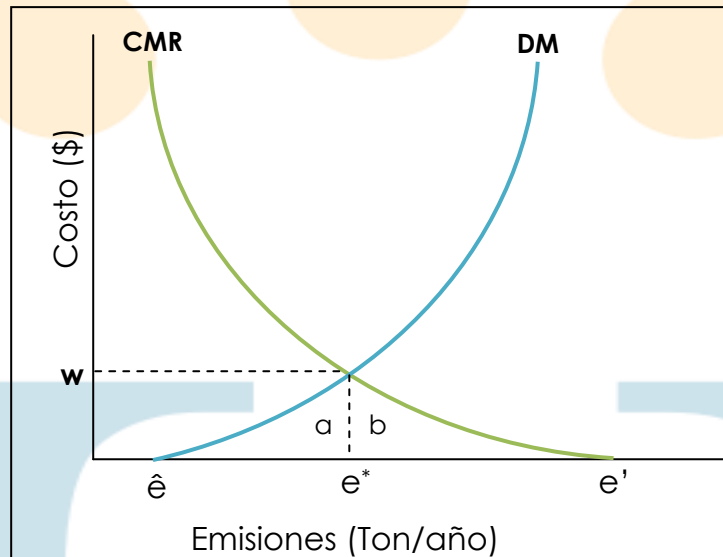
Lección 10. Niveles óptimos de contaminación

En esta lección se continúa con el estudio del modelo general de control de la contaminación. Ya analizada la función de daño marginal y la de costos marginales de reducción es preciso comprender como se relacionan.

Una forma práctica de estudiar la interacción entre los daños y los costos ambientales es por medio de una gráfica. La figura 18 presenta dos curvas, la de costo marginal de reducción (CMR) y la de daño marginal (DM), tanto la curva CMR como DM tienen corte con el eje X, para la CMR es la cantidad de contaminante (emisiones, vertimientos, entre otros) que genera la empresa y no se han controlado (e'), para la DM es el umbral natural del contaminante, es decir, es la cantidad de contaminante que se puede descargar al

ambiente y no produce efectos negativos al mismo, se puede decir que es la cantidad de contaminante que el ambiente puede amortiguar o soportar (\hat{e}).

Figura 18. Nivel eficiente de emisión



Fuente: Field, 1995. P.110

Observe que en la gráfica se interceptan las dos curvas, este punto se conoce como el nivel eficiente de emisión (e^*), la palabra emisión reúne las diferentes modalidades de descarga de un contaminante que puede ser de naturaleza líquida, sólida o gaseosa. En este punto de corte las coordenadas o valores de ambas curvas son iguales, el nivel de emisiones genera el mismo costo marginal de reducción y el mismo daño marginal (valorado como el costo social del daño ambiental), w . La razón por la cual e^* es el nivel óptimo de emisiones es porque para niveles altos de contaminación, valores cercanos a e' (e^0), los costos sociales para reparar los daños son muy altos y los costos de reducción son bajos, en este caso las empresas ahorran dinero y la sociedad debe invertir mayor cantidad de dinero; para niveles bajos de contaminación sucede lo contrario, las empresas deben invertir más dinero que la sociedad, por lo tanto el nivel de costos que es igual para la sociedad y los productores es el nivel óptimo. Si piensa con detenimiento este análisis, se dará cuenta que la sociedad no debería tener costos por las acciones de otros, esto es un ejemplo de una falla de mercado, como las externalidades, este tema se profundizará en la lección 19.

Ahora, por ejemplo la curva de DM, muestra el cambio en los costos sociales por cada unidad de más del contaminante presente en el ambiente, para lo cual el área bajo la curva representa el costo total de reducir las emisiones; este mismo análisis se puede hacer para la curva de CMR. La figura 19 muestra en el panel a, como son los costos marginales de DM y CMR, el área a , es el costo marginal del daño ambiental de una unidad de contaminante, el área b , es el costo del daño ambiental que causa la segunda

unidad del contaminante, es decir, el valor independiente del daño de esta unidad de contaminante; el área a' , es el costo marginal en que incurre la empresa para reducir la primera unidad del contaminante, el área b' , es el costo de la segunda unidad reducida, es decir, es el valor independiente de reducir esta unidad de contaminante. La suma de las áreas, $a+b+c+d$, es el costo total del daño que causa el contaminante y la suma de las áreas, $a'+b'+c'+d'$, es el costo total en que incurre la empresa por la reducción de este contaminante. Entendido esto, el panel *b* muestra la interacción de las curvas de DM y CMR, observe que se puede determinar el costo total social del contaminante (incluidos afectados y empresas) mediante el cálculo del área que está por debajo de las dos curvas, $a+b+a'+b'$, no necesariamente el área $a+b$ es igual al área $a'+b'$, esto depende de la forma funcional de cada curva, Field (1995).

Para profundizar el tema de los niveles óptimos de contaminación, leer el artículo, visitar [\[ir al artículo\]](#)

Los costos óptimos de reducción y de daño pueden variar, esto depende directamente de la pendiente de las curvas. El hecho de que sean más horizontales o poco inclinadas, hace que las dos curvas se igualen en niveles bajos de costos, así mismo las que son más verticales se igualarán en niveles altos de costos. Lo anterior se puede explicar por el grado de peligrosidad del contaminante y de la inversión que requiera su reducción. Para contaminantes con niveles altos de emisiones, que no sean acumulativos y que la reducción no genere altos costos, la CMR presentaría baja inclinación sería más horizontal, un ejemplo de este tipo de contaminante es el material particulado en su fracción respirable (PM_{10}), pues a pesar que la OMS (Organización Mundial para Salud) determinó que a concentraciones muy bajas de PM_{10} (a partir de $50\mu g/m^3$ para 24 horas e incluso menores para $PM_{2.5}$) ya existen implicaciones en salud para las personas expuestas, las autoridades ambientales permiten altas concentraciones de este contaminante hasta $100\mu g/m^3$ para 24 horas, según la resolución 610 de 2010, esto se traduce en niveles óptimos de emisión altos y bajos costos de reducción y daño. Por último entiéndase por nivel óptimo de emisión los niveles deseados por la administración pública, que no es el nivel real de emisiones.

Además de la pendiente de las curvas de costos, estas son sensibles a desplazarse por diferentes aspectos, para entender este planteamiento se hace una analogía con lo visto en la lección 1 y 2 cuando se habló de los desplazamientos de las curvas de oferta y demanda y qué variables causaban este desplazamiento, las curvas de costos marginales de daño y reducción también se desplazan. Uno de los factores que generan desplazamiento en la curva de DM es el número de habitantes. Si el número de habitantes aumenta en el tiempo, será mayor el número de personas afectas y por lo tanto mayores los costos del daño, esto generaría un desplazamiento de la curva hacia la derecha. En el caso de la curva de CMR una mejora tecnológica para el tratamiento del contaminante permite que la empresa sea eficiente en cuanto a la cantidad de contaminante reducido por unidad monetaria, esto generaría un desplazamiento de la curva hacia la izquierda.

Para concluir, el desplazamiento de las curvas conlleva a nuevos niveles óptimos de emisión, los cuales pueden bajar o subir, dependiendo del tipo de desplazamiento.

Veamos ahora la aplicación del principio de equimarginalidad aplicado a la reducción de emisiones. El caso al que se puede aplicar este principio es cuando un contaminante es generado por varias empresas y se quiere reducir el nivel de emisiones, esto debe lograrse con los menores costos y el mayor nivel de reducción. Expliquémoslo mediante un ejemplo, dos empresas generan el mismo contaminante, una tiene costos marginales de reducción más bajos que la otra, ver cuadro 6. La meta propuesta por el gobierno es de reducir 12 m³/día del vertimiento total, esta es la meta que deben cumplir en conjunto las dos empresas. Se pensaría entonces en repartir equitativamente las cantidades, esto costaría para la empresa 1, \$60 y para la 2, \$180, en total \$240. Será este el menor costo de reducir las 12 unidades?.

Cuadro 6. Costos marginales de reducción, ejemplo 2 empresas.

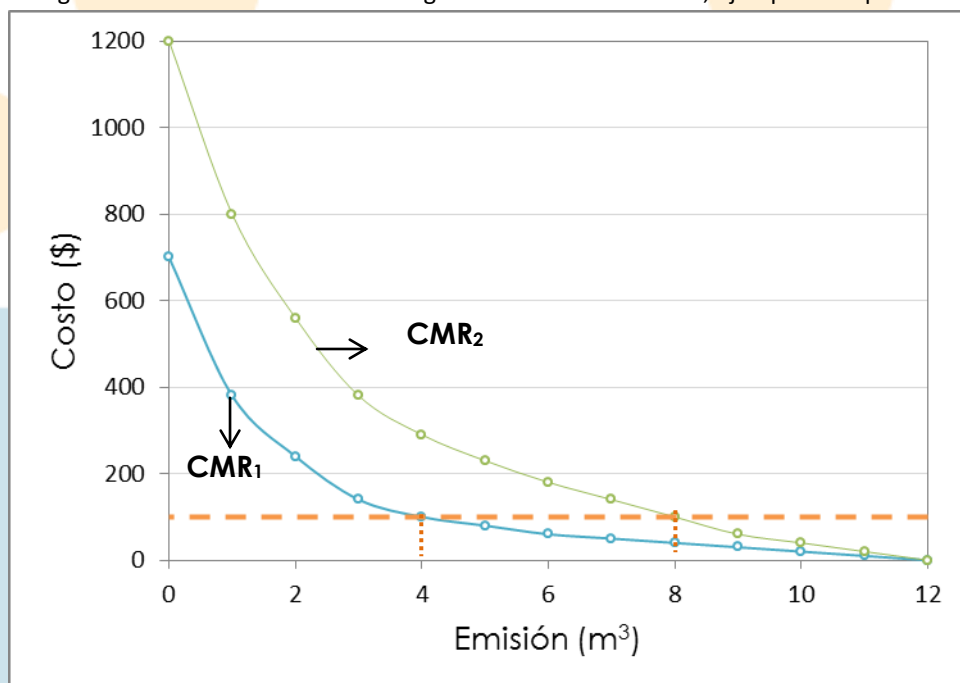
Vertimientos (m ³ /día)	CMR (\$) Empresa 1	CMR (\$) Empresa 2
12	0	0
11	10 (1)	20 (3)
10	20 (2)	40 (6)
9	30 (4)	60 (8)
8	40 (5)	100 (12)
7	50 (7)	140
6	60 (9)	180
5	80 (10)	230
4	100 (11)	290
3	140	380
2	240	560
1	380	800
0	700	1200

Fuente: adaptado de Field, 1995

Según el principio de equimarginalidad las decisiones se deben tomar teniendo en cuenta los costos marginales de reducción. La primera unidad la reducirá la empresa 1, su CMR es de \$10, mientras que la de la empresa 2 es de \$20, por lo tanto lo hace la empresa 1. Ahora se debe analizar quien debe reducir la segunda unidad, para la empresa 1 reducir una unidad más (tenga en cuenta que ya paso de 12 a 11 m³) es de \$20 igual que la primera unidad reducida por la empresa 2, aquí es indiferente quien lo haga de todas formas no se ha alcanzado la meta, entonces, la segunda y la tercera unidad la reducirán una cada empresa, en total se han reducido 3 unidades. Para escoger quién reduce la cuarta unidad se compara de nuevo los CMR, para la empresa 1 será de \$30 y para la empresa 2 de \$40, entonces lo hará la empresa 1, fíjese que al lado de los CMR se encuentran números entre paréntesis los cuales representan el orden en que las

empresas deciden hacer las reducciones del contaminante. Este ejercicio se debe hacer hasta alcanzar la meta de las doce unidades, el resultado será, la empresa 1 reduce 8m^3 y la empresa 2 reduce 4m^3 , con un costo total de \$200 (mínimo costo), se igualaron los CMR de las 2 empresas, figura 19.

Figura 19. Gráfica de los costos marginales de reducción CMR, ejemplo 2 empresas



Fuente: el autor.

UNIDAD 1. ECONOMÍA AMBIENTAL

CAPÍTULO 3. REGULACIÓN AMBIENTAL

Terminado el capítulo 2 es clara la relación entre economía y ambiente, se puede decir entonces, que la economía ambiental pone en evidencia que la actividad económica genera externalidades negativas y afecta la base del capital natural, este último también lo involucra la economía ambiental como un factor de producción. Según esto se deben implantar niveles máximos de contaminación que se establecen por la relación entre costos de reducción y daño, pero que deben ser diseñados y vigilados por entidades gubernamentales, esto es la regulación ambiental y en economía se cuenta con varias herramientas para alcanzar niveles deseados de emisiones, están las políticas descentralizadas y las políticas de comando y control, basadas en incentivos como impuestos y subsidios y finalmente los permisos negociables de contaminación, Kolstad (2001).

Lección 11. Políticas descentralizadas

Una política descentralizada es aquella que funciona sin necesidad de un dirigente que se encargue de tomar todas las decisiones, al contrario de las que son tomadas teniendo en cuenta la participación de los involucrados en la política. En economía ambiental una política descentralizada da paso a que los afectados por una problemática ambiental se encarguen por sí solos de solucionar el conflicto llegando a una solución que mejore la calidad ambiental. Una de las condiciones para que las políticas descentralizadas sean efectivas, es garantizando que las partes involucradas cuenten con información completa con respecto a los costos y a los daños relacionados con el contaminante. Por esta razón no siempre se pueden utilizar este tipo de políticas.

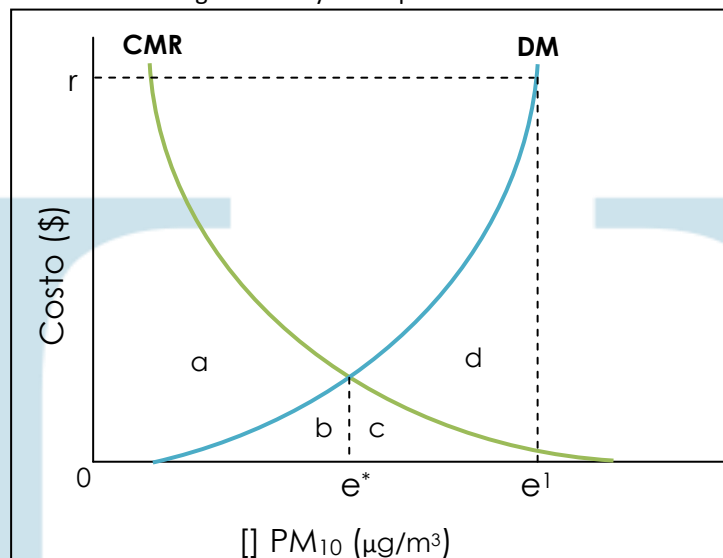
Un punto a favor de las políticas descentralizadas es que hacen consiente y responsables a los contaminadores. Una política de sanciones y estándares de contaminación limitan a los infractores a pensar en el costo que tienen que asumir para poder continuar con sus labores, en cierta forma lo aleja del problema porque el contaminador no tiene conocimiento del daño que está causando. Por el contrario, la política descentralizada al permitir que los afectados entren en negociación, implica que estos tengan conocimiento tanto de los costos como del daño, lo cual hace consiente a los productores de los daños ambientales generados por sus labores y en futuro mejorará su comportamiento evitando así una nueva negociación.

Una herramienta para aplicar las políticas descentralizadas son las leyes de responsabilidad. De todas formas este tipo de políticas requiere de una entidad que vigile la calidad ambiental, detecte agentes contaminantes y haga cumplir las normas. Las leyes de responsabilidad le asignan la responsabilidad de los gastos de los daños sociales al agente económico que los causa, suena sensato. En este sentido se asegura que las empresas internalicen los costos ambientales, es decir, que los costos de los daños ambientales entren en las funciones de costos de producción y que no se externalicen a la sociedad. En conclusión hace responsable a los contaminadores y compensa a los afectados, creando a futuro conciencia y decisiones racionales.

Para comprender mejor las leyes de responsabilidad observe el siguiente ejemplo. Se detecta una empresa que produce materiales para construcción y genera altas emisiones de material particulado (PM_{10}), a su vez un informe de los hospitales de la zona en donde está ubicada la empresa afirman que desde que inició labores la empresa se han incrementado las enfermedades respiratorias de la población. La autoridad ambiental se da cuenta de la situación y decide aplicar la ley de responsabilidad, efectivamente asigna como responsable a la fábrica, por lo tanto ésta debe compensar los costos de los daños sociales, la empresa se enfrenta a una disyuntiva (decisión entre dos opciones), pagar los costos del daño ambiental o asumir los costos de reducción. Observe la figura 20, aquí se presentan las curvas de DM y CMR, la empresa debe conocerlas para tomar una decisión

costo eficiente. Supongamos ahora que el nivel de emisiones de PM_{10} se encuentra en el punto e^1 , en este los costos DM son muy altos, la suma de las áreas $b+c+d$ es mayor por mucho que los CMR por lo tanto la empresa preferirá invertir en actividades de reducción (CMR) para el PM_{10} , que en asumir los costos por el DM. La decisión óptima de la empresa será invertir en los CRM hasta el punto en donde los costos marginales se igualen, $DM=CMR$, en este punto el costo total será igual a la suma de las áreas $b+c$, la opción que minimiza costos, Field (1995).

Figura 20. Ley de responsabilidad.



Fuente: Modificado de Field, 1995 p.226

Note que se requiere del cumplimiento de dos condiciones ineludibles para el buen funcionamiento de la ley de responsabilidad, el primero es contar con un ente regulador que asigne responsabilidades, lo que se dificulta cuando la contaminación proviene de varias fuentes y segundo que los involucrados en el conflicto conozcan los costos marginales de reducción y de daño. Esto último plantea inconvenientes, pues la determinación de los valores económicos de un daño ambiental no es tarea fácil. En el capítulo 5 se estudiarán las metodologías de valoración económica de bienes y servicios ambientales.

Otra herramienta ligada a la ley de responsabilidad es la asignación de los *derechos de propiedad*, este tema fue tratado inicialmente por el economista Ronald Coase, quién postulo un teorema en donde plantea: “a la sociedad al final de cuentas no le importa quien asume el costo de los daños ambientales, lo que se tiene que definir claramente es a quién pertenecen los derechos de propiedad para poder asignar el pago a alguno de los agentes económicos”, si los derechos de propiedad son del agente que sufre la contaminación entonces el contaminador es el que debe pagar, pero si los derechos de propiedad son del contaminador entonces los afectados deberán pagar al contaminador

por reducir la contaminación. Lo anterior conduce a una negociación que terminará en niveles óptimos de emisiones.

Para profundizar el tema derechos de propiedad, visitar [\[ir al artículo\]](#)

La idea de que el afectado por la contaminación sea quien deba pagar para que el contaminador reduzca sus emisiones no sería muy bien recibida por parte de los afectados, sin embargo para comprender esto es indispensable pensar en que se está planteando una solución económica, la forma como el contaminador recauda el valor de la negociación es por medio de la internalización de costos, el costo en que incurre el contaminador para reducir los niveles de contaminación serán tenidos en cuenta en el precio del bien o servicio producido, por lo tanto este subirá y en últimas el consumidor o afectado estará pagando indirectamente por los costos de reducción.

El teorema de Coase deja de lado los costos sociales del daño ambiental, se limita a dejar el problema de la contaminación a privados, contaminador y contaminado, quienes pueden ser agentes individuales o un conjunto de ellos, poblaciones, individuos, zonas industriales, sectores económicos.

La solución a la contaminación por medio de los derechos de propiedad en últimas otorga, la responsabilidad de los costos asociados a los impactos ambientales propios del funcionamiento del sistema económico, relación consumo – producción, a toda la sociedad, que son todos en conjunto los causantes del deterioro de la calidad ambiental. Unos asumen la responsabilidad compensando a los afectados en el caso del contaminador al contaminado, y otros resultan recaudando inversiones de reducción por medio de precios.

Para profundizar el tema derechos de propiedad, leer el artículo de Ronald Coase “El problema del costo social”, visitar [\[ir al artículo\]](#).

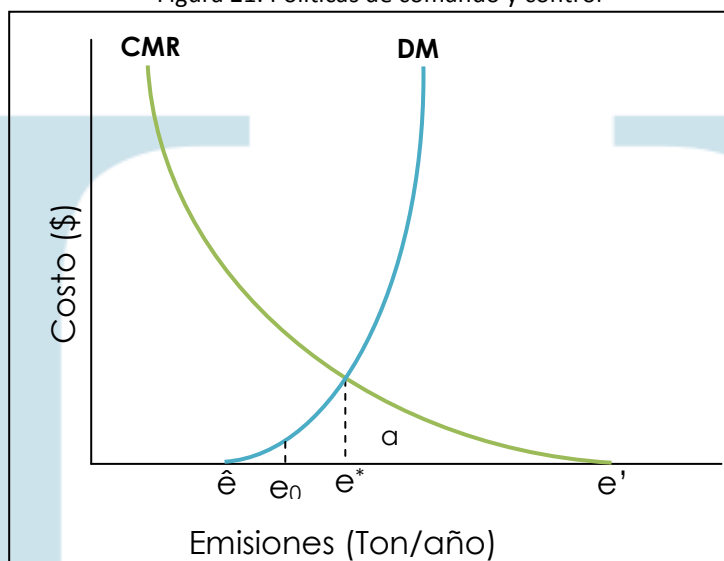
Lección 12. Políticas de comando y control, estándares.

La regulación ambiental por medio de políticas de comando y control se fundamenta en la determinación de estándares, límites en cantidades y concentraciones para las emisiones atmosféricas, vertimiento líquidos, residuos peligrosos y demás. Estos estándares requieren de la presencia de autoridades públicas que comprueben el comportamiento de los contaminadores y apliquen las sanciones correspondientes a los infractores, cierre, multas.

Alguna de las limitaciones es que las autoridades ambientales no cuentan con la capacidad técnica para vigilar el comportamiento deseable de los contaminadores y estos lo toman como ventaja y siguen descargando emisiones y generando daños al ambiente.

La explicación desde el enfoque económico es sencillo, de nuevo se muestra en la figura 21 las curvas de costo marginal de reducción (CMR) y la de daños marginales (DM), el nivel de emisión correspondiente a la letra e^1 , es el nivel de emisiones que se provoca por la actividad productiva, la autoridad ambiental establece un estándar de emisión que se ubica exactamente en e^* , justo donde las curvas de CMR y DM son iguales, aquí el área a corresponde a los costos en que debe incurrir la empresa para cumplir con los estándares. La autoridad tiene la tarea de medir y detectar a los que sobrepasen los límites y aplicar la sanción correspondiente, la sanción también es objeto de estudio ya que si esta es una multa debe compensar los costos de los daños ambientales, Field (1995).

Figura 21. Políticas de comando y control



Fuente: Field, 1995. P.245

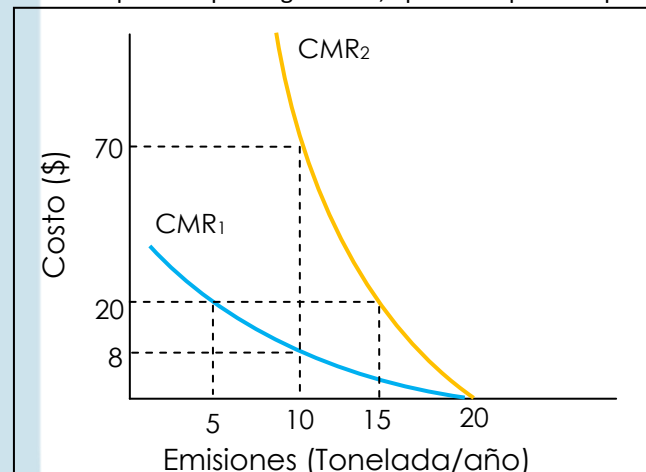
Existen diferentes tipos de estándares, unos que regulan las emisiones, las condiciones ambientales en general y la tecnología. Los estándares de emisiones son los niveles de contaminación que se controlan en las fuentes, chimeneas, tuberías de descarga, entre otros. Estos estándares no se pueden relacionar con la contribución a las condiciones ambientales ya que las condiciones meteorológicas e hidrológicas los transportan y diluyen.

Los estándares ambientales, son las condiciones deseables del entorno, de la calidad ambiental de una zona en particular, por ejemplo se puede establecer un estándar ambiental para la localidad de Puente Aranda (Bogotá) para contaminantes atmosféricos, que será reducir las emisiones y para esto tienen que trabajar en conjunto los causantes de estas. Para este tipo de estándar se puede aplicar el principio de equimarginalidad en donde se fijan diferentes estándares determinados por los costos marginales de reducción de las empresas y tomar decisiones para disminuir costos.

Los estándares tecnológicos no determinan cantidades ni concentraciones de contaminantes, va dirigido a que las empresas cumplan con requerimientos mínimos de equipos, maquinaria, materias primas, combustibles, sistemas de ahorro, entre otros. Los estándares tecnológicos van desde establecer que en todas las chimeneas de las industrias se instalen filtros para retener contaminantes, hasta establecer que solo se pueda usar como combustible para calderas el gas natural. La base de este estándar es poder asociar al contaminante que se desea controlar una tecnología que permita disminuir su generación, otro aspecto a tener en cuenta es que esta tecnología sea aplicable a un conjunto de empresas que permita cumplir con un estándar ambiental en la reducción de la contaminación.

El principio de equimarginalidad también es aplicable a las políticas de comando y control por estándares, que para alcanzar una meta de reducción de emisiones, generadas por un conjunto de industrias, se debe mantener el enfoque del principio que es tener en cuenta la variación de los costos marginales de reducción, esta variación implica que los estándares de emisiones no puede ser igual para todas las empresas, las empresas con menores CMR podrán alcanzar niveles más altos de reducción de emisiones y las de más altos CMR reducir pocas unidades del contaminante.

Figura 22. Principio de equimarginalidad, aplicado a políticas por estándares.



Fuente: Field, 1995. p.255

En la figura 22 se observan dos curvas de CMR, la CMR_1 corresponde a una fuente generadora que enfrenta bajos costos de reducción y la CMR_2 enfrenta costos más altos, cada una corresponde a una empresa o industria diferente. Se supone que la contaminación la causan únicamente estas dos fuentes, la meta de reducción propuesta por la autoridad ambiental es de 20 unidades del contaminante y se pretende encontrar la combinación óptima de reducción, esta sería la que genere menor costo total y se puede calcular sumando el área bajo las curvas de CMR. Para este caso la combinación óptima sería que la empresa 1 hiciera una reducción de 15 unidades de contaminante y la

empresa 2 de 5 unidades, Field (1995). Fíjese, figura 22, que los costos marginales de reducción de la última unidad controlada son iguales para las dos empresas (equimarginalidad), el eje Y muestra los costos de reducción, el valor de \$20 corresponde al costo que representa para la empresa 1 reducir la última unidad de su aporte a la meta que es la misma para la empresa 2, la empresa 1 lo tiene para la quinceava unidad reducida y la empresa 2 para la quinta.

Lección 13. Políticas basadas en incentivos, impuestos.

Otro tipo de política económica ambiental es por medio de *incentivos*, con la aplicación de impuestos y subsidios para dirigir la conducta de los contaminadores hacia la conservación de los recursos naturales y servicios ambientales.

Desde que ha existido la necesidad del consumo, de alimento, vestuario, muebles, tecnología y demás, siempre se han obtenido a cambio algo, inicialmente nuestros antepasados intercambiaban sus productos, actualmente se paga una cantidad de dinero, se paga un precio. El precio debe representar como mínimo los costos en que se incurrió para su elaboración, como la compra de materias primas, las cuales también tienen un precio. Por lo tanto el precio se convierte en un vehículo para captar dinero, en el caso de las políticas ambientales se recauda para invertir en compensar los daños ambientales generados por la actividad económica y en garantizar una calidad ambiental. Entonces el aumento del precio de un producto puede tener implícito el pago de un impuesto que lo puede pagar un productor o un consumidor.

Un ejemplo claro de los impuestos ambientales es el de las facturas de los servicios públicos. La mayoría de las personas pagan por el agua potable, las empresas que venden agua ya sean públicas o privadas determinan su precio de acuerdo a los costos de producir agua potable, tratamiento del agua, tuberías, mantenimientos, salarios, arriendos, entre otros. Las personas pagan una tarifa o precio por cantidad de agua consumida en un mes, los resultados del uso del agua es la generación de aguas residuales, en últimas se descargan o vierten a los ríos. Para que no se afecte la calidad del agua de estos ríos se debe realizar un tratamiento previo, el cual también tiene un costo, la forma de recaudar el costo del tratamiento es por medio de un impuesto que se verá reflejado en la factura del agua potable aumentando su valor (alcantarillado). Lo mismo sucede con la recolección de los residuos sólidos y su tratamiento.

Otra forma de recaudar dinero es por medio de los impuestos a las emisiones. El objetivo es el mismo, reducir el nivel de emisiones, en este caso se logra con la aplicación de un *incentivo financiero* para cambiar el nivel de emisiones de una fuente contaminadora. Se puede cobrar un impuesto por cada unidad de contaminante que descargue al ambiente o dando un subsidio por cada unidad que reduzca la fuente, Perman, *et al* (2003).

Empecemos analizando los impuestos. La particularidad de esta herramienta es que el valor del impuesto debe ser igual al valor del daño que se causó con la descarga de sus contaminantes, por lo tanto el costo del daño ambiental generado entra en las cuentas de los productores y las decisiones de producción y contaminación se toman en cuenta según su valor económico, decisiones racionales. Con esto el productor cambia su conducta disminuyendo las descargas de contaminación y en esto encuentra una ventaja y es que puede escoger la forma que le genere menores costos. Por ejemplo a un agricultor le imponen un impuesto por cada unidad de agroquímicos y plaguicidas que se encuentren en las aguas subterráneas, el agricultor puede escoger entre invertir en una planta de tratamiento de aguas o en invertir en cambiar sus insumos por fertilizantes y plaguicidas orgánicos.

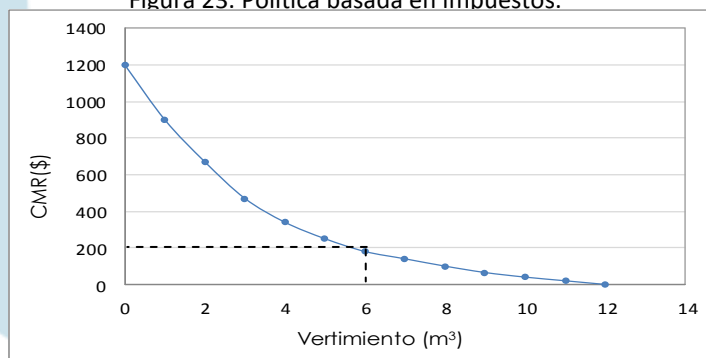
El análisis económico que tienen los impuestos es el siguiente, el productor o la fuente de contaminación tiene conocimiento de sus costos de reducción de emisiones, tanto los marginales como los totales y debe incluir en sus costos totales el impuesto que se cobra por las emisiones, el cuadro 7 muestra un ejemplo de lo anterior.

Cuadro 7. Relación costos de reducción de emisiones e impuestos

Vertimientos en (m ³)	CMR (\$)	Costo total de reducción (\$)	Impuesto (\$)	Costo total con impuesto (\$)
12	0	0	1200	1200
11	20	20	1100	1120
10	40	60	1000	1060
9	65	105	900	1005
8	100	165	800	965
7	140	240	700	940
6	180	320	600	920
5	250	430	500	930
4	340	590	400	990
3	470	810	300	1110
2	670	1140	200	1340
1	900	1570	100	1670
0	1200	2100	0	2100

Fuente: El autor.

Figura 23. Política basada en impuestos.



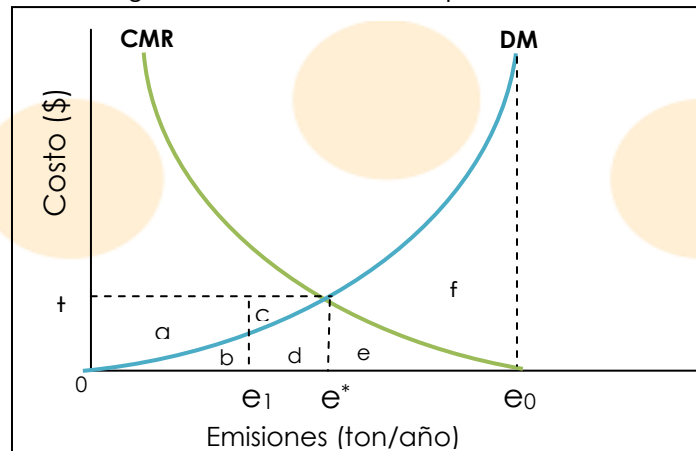
Fuente: El Autor.

Retomemos el cuadro 7, la primera columna muestra las unidades que se deben reducir de los vertimientos de un contaminante, la segunda columna muestra los costos marginales de reducción, o sea, el valor individual de reducir cada unidad; la tercera columna muestra los costos totales de reducción, es el agregado de los costos marginales, la cuarta muestra el valor del impuesto multiplicado por la cantidad de vertimiento (el valor del impuesto es de \$100/m³) y la última columna calcula el costo total incluyendo el impuesto, observe que el primer valor corresponde únicamente a lo que pagaría el contaminador por verter 12m³ de contaminante (\$1200), el segundo será la suma de lo invertido en reducir una unidad de contaminante mas el impuesto por verter 11m³ de contaminante, \$1120, esto es menos que si decidiera solo pagar el impuesto, combinar costos de reducción con impuesto, es una buena manera de minimizar costos. Fíjese que la combinación que genera menos costos es cuando el contaminador asume el costo de reducir 6m³ de contaminante y pagar el impuesto correspondiente a los otros 6 m³ de contaminante, costo total igual a \$920.

Una de las tareas del gobierno es establecer los niveles o valores de los impuestos, estos deben ser correspondientes al costo del daño social que genere el contaminante. Como se ha mencionado anteriormente calcular el valor económico del daño ambiental no es tarea fácil, recuerde que no es solo el daño a las personas sino a los recursos naturales y a los servicios ambientales, por lo tanto este valor depende del nivel de exactitud que se le quiera dar, se puede llegar a valorar hasta el servicio por la información genética que almacena cierto tipo de ser vivo.

En la siguiente figura se muestra una forma de determinar un impuesto, se puede observar que cuando los costos marginales de reducción son iguales a los costos marginales de los daños ambientales también se iguala con el impuesto (t^*). La fuente contaminadora decide reducir las emisiones de e_1 a e^* y por las emisiones de e^* a e_0 decide pagar el impuesto. El recaudo del impuesto es igual a la suma de las áreas $a+b$, que cubre los costos totales del daño ambiental (b) y el restante, área a , se utiliza en mantener el funcionamiento operativo y administrativo de los impuestos. El área c , es el valor del costo total de la reducción de las descargas por parte de contaminador y el área d corresponde al ahorro para la sociedad de tener que invertir en compensar el daño ambiental. Para concluir note que los instrumentos económicos incentivan a los agentes económicos a reducir emisiones y no compensar daños, esta es una medida que garantiza el desarrollo sostenible de las economías, Field (1995).

Figura 24. Nivel eficiente de impuestos a emisiones.



Fuente: adaptado de Field, 1995. P.273

Lección 14. Políticas basadas en incentivos, subsidios.

En la lección anterior se vieron las políticas basadas en incentivos, específicamente en los impuestos. En esta lección se continúa con el análisis de estas políticas pero, el incentivo a analizar son los *subsidios*.

Un subsidio es una recompensa que se le da al contaminador por reducir sus emisiones, pero desde cierto nivel de reducción. La fuente contaminadora, generalmente empresas o industrias, tendrá un incentivo para bajar su carga contaminante y poder beneficiarse de los subsidios que se convierten en una fuente adicional de ingresos.

Retomemos el ejemplo del cuadro 7, pero en este caso se modifica la columna del impuesto por la columna del subsidio, en efecto se paga un subsidio de \$100 por cada unidad de contaminante que se evite. El contaminador entra a evaluar la variación de los costos totales teniendo en cuenta que el subsidio es una entrada de dinero, esto se representa en la última columna de la tabla 8.

Cuadro 8. Relación costos de reducción con subsidios.

Emisión	CMR	CT de reducción	Subsidio	Subsidio menos CT
12	0	0	0	0
11	20	20	100	80
10	40	60	200	140
9	65	105	300	195
8	100	165	400	235
7	140	240	500	260

6	180	320	600	280
5	250	430	700	270
4	340	590	800	210
3	470	810	900	90
2	670	1140	1000	-140
1	900	1570	1100	-470
0	1200	2100	1200	-900

Fuente: el autor.

La última columna, la del subsidio menos el costo total de reducción, es una medida de beneficios y costos, cuando el valor es positivo es un beneficio, cuando el valor es negativo es un costo, la empresa va a buscar la combinación entre costos totales de reducción y subsidios que maximicen sus beneficios. Para este caso el máximo beneficio que tiene la empresa es de \$280 por reducir 6 m³ de contaminante, note que este resultado es el mismo que se encontró en el caso de los impuestos. Por último, si el valor del subsidio aumenta entonces la empresa estará incentivada en reducir más cantidades de contaminantes y si el valor del subsidio disminuye las empresas reducirán menores cantidades, para lo cual es una herramienta útil para alcanzar metas de reducción a diferentes niveles.

En conclusión los impuestos y los subsidios son incentivos que conducen a los contaminadores a estar en niveles óptimos de emisión de contaminantes y a que se tomen decisiones racionales en los costos para reducir las emisiones y por último crear conciencia ambiental y corregir conductas que afecten los recursos naturales que de forma directa o indirecta es una parte de los insumos que usan en sus procesos.

Los subsidios presentan inconvenientes en el momento de su aplicación y es en el punto de realizar las mediciones de niveles de contaminación de las fuentes generadoras, entre mayor sea el número de fuentes a monitorear se requerirá un mayor número de personas y equipo, lo que dificulta la operatividad del incentivo. Determinar el valor de subsidios es otro factor a tener en cuenta ya que este será el incentivo que muestre al contaminador los beneficios de reducir los niveles de contaminantes, si el valor del subsidio es muy bajo no generará ningún incentivo para reducir la contaminación, si por el contrario es muy alto, a lo mejor el sistema gubernamental no posee la capacidad económica para pagar los subsidios ya que todas las empresas estarían incentivadas en reducir altas cantidades de emisiones de contaminantes, Baumol (1998).

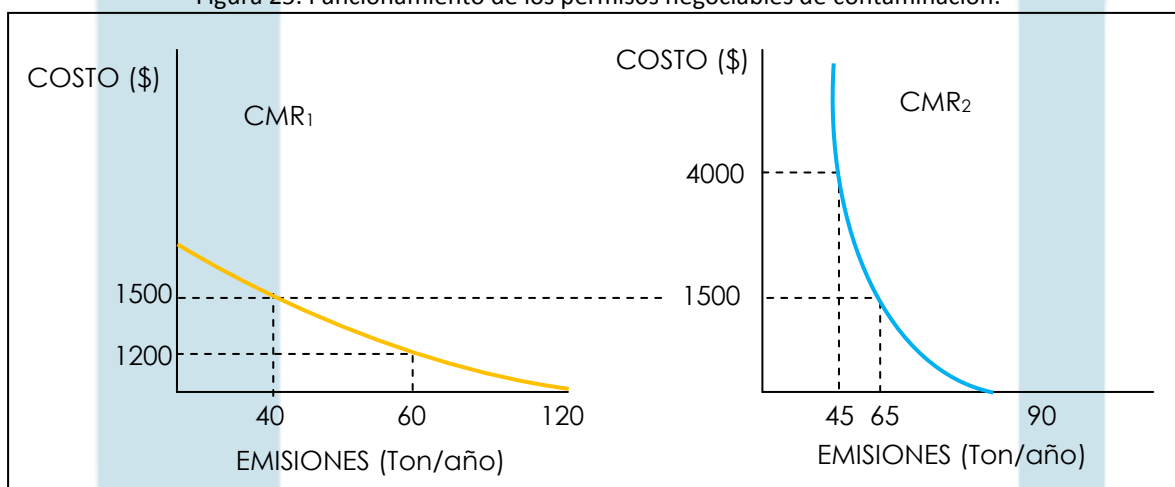
Para profundizar el tema de impuestos y subsidios como políticas basada en incentivos económicos, visitar [\[ir al documento\]](#).

Lección 15. Permisos negociables de emisión.

Los permisos negociables de descarga de contaminantes es un enfoque de política descentralizada, en donde una vez establecido el sistema y las reglas fundamentales de operación, la herramienta, debe funcionar por sí sola mediante las interacciones que se den entre los contaminadores y los afectados o autoridades ambientales.

El sistema de permisos negociables crea un mercado donde los agentes económicos pueden comprar o vender permisos de descarga de contaminantes. Para poner en funcionamiento la herramienta es necesario asegurar que el ente regulador determine la emisión máxima permitida de un contaminante específico y asigne a las empresas permisos de descarga del contaminante, por lo tanto cada empresa está autorizada a generar cierta cantidad de contaminante si tiene la cantidad suficiente de permisos y, si descarga menor cantidad de contaminante, puede vender los permisos no utilizados a otras empresas que necesiten cumplir sus metas de reducción.

Figura 25. Funcionamiento de los permisos negociables de contaminación.



Fuente: adaptado de Field, 1995. P.296

La figura 25 muestra cómo sería la transacción entre dos empresas generadoras del mismo contaminante, el sistema de permisos negociables establece una meta de reducción de emisiones, en este caso reducir la mitad de estas. Lo anterior conlleva a emitir un número de permisos igual a la meta, si se suma el número de emisiones permitidas (permisos negociables) más las emisiones evitadas será igual a la emisión total generada inicialmente. Suponga que el valor de las emisiones en conjunto de las dos empresas es de 210 toneladas por año, la empresa 1 aporta 120 toneladas y la empresa 2 aporta 90 toneladas. Según la política se debe reducir la contaminación a la mitad, es

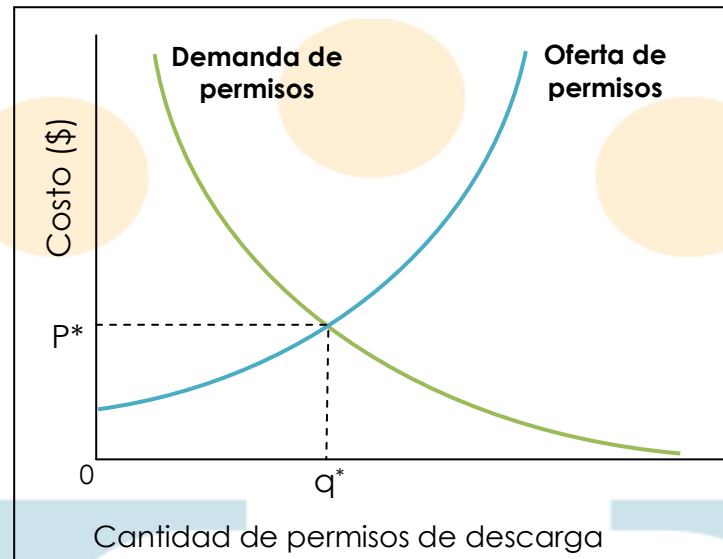
decir, a 105 toneladas al año. El primer paso es repartir los permisos entre las dos empresas, tenga en cuenta que 1 permiso equivale a 1 tonelada de contaminante al año, la forma más justa sería a cada una la mitad de las emisiones que genera, entonces a la empresa 1 se le daría 60 permisos y a la empresa 2, 45 permisos. En otras palabras se le permite emitir 60 toneladas a la empresa 1 y 45 a la 2.

Observe en la figura 25 que si los permisos no se comercializan, venden o compran, entonces los costos de reducción de la empresa 2 son mucho más altos que los de la empresa 1, aquí empieza la negociación. El costo marginal de reducción de la empresa 2 para la unidad 45 es de \$4.000 y el costo marginal de reducción de la empresa 1 por reducir la unidad 60 es de \$1.200, en este momento la empresa 1 vendería un permiso si le dieran más de \$1.200 y la empresa 2 compraría un permiso si lo consiguiera a menos de \$4.000, en efecto entre estas dos empresas empieza una negociación de permisos. ¿Hasta qué punto? La negociación termina cuando los costos marginales de reducción sean iguales en las dos empresas. Nuevamente observe la figura 25, la negociación terminó en lo siguiente, la empresa 1 decide vender 20 de sus permisos de contaminación, entonces la empresa decide reducir 80 unidades de contaminante y la empresa 2, 25 unidades, en este punto los costos marginales de reducción son iguales por lo tanto ninguno de los dos tiene beneficios económicos de vender o comprar permisos. Así se llega a un nivel deseado de emisiones a los menores costos, Field, (1995).

Lo anterior satisface el principio de equimarginalidad, para situaciones en que se tiene un número mayor de empresas es necesario que se establezca un precio fijo de los permisos. Como tal se crea un mercado de permisos de emisión, lo ideal sería crear un mercado tipo *competencia perfecta*, lección 4, en donde las mismas empresas interactúan estableciendo precios y cantidades óptimas de permisos.

En la figura 26 se muestra un mercado de permisos de emisiones, en el eje Y se encuentra la variable precio de los permisos y en el eje X la variables de cantidad de permisos. Las curvas corresponden a la curva de demanda de permisos, con pendiente negativa, ésta la conforman todas las empresas que compran permisos, los compran por que los costos de reducir son más altos. La curva de pendiente positiva es la de la oferta, está conformada por las empresas que venden permisos, los venden por que sus costos de reducción son bajos y para ellos es favorable invertir en costos de reducción de emisiones y vender los permisos. La interacción libre entre oferta y demanda permite que se alcancen niveles óptimos de precios y cantidades de permisos.

Figura 26. Mercado de permisos negociables de contaminación.



Fuente: adaptado de Field, 1995. P.299

La asignación inicial de los permisos es una tarea compleja, generalmente los agentes no quedarán satisfechos con el número de permisos recibidos, siempre querrán más. De igual forma no sería justo repartirlos equitativamente entre el número de contaminadores, ya que la contaminación no la aportan equitativamente. Una opción es repartir los permisos según el nivel de producción de cada empresa, respondiendo a la relación positiva entre producción y contaminación, mayor producción del bien; mayor producción de contaminantes. Otra opción es repartirlos según el nivel emisiones de cada empresa, y repartir la meta total de reducción entre todos los contaminadores y de igual forma repartir los permisos. Para cualquiera que sea la forma de repartir los permisos se necesita de fundamentos técnicos que garanticen igualdad de condiciones, para esto es necesario que se conozcan los niveles de producción de bienes y de contaminantes y los costos de reducción de cada empresa, Kolstad, (2001).

Por último es preciso aclarar que los permisos negociables de contaminación se manejan para un solo tipo de contaminante, es decir no se puede comercializar permisos de SO_2 con permisos de NO_2 , cada contaminante tiene un mercado individual, por otro lado se debe definir que empresas pueden entrar en el mercado de emisiones, las cuales tienen que estar relacionadas con el contaminante y en ocasiones con el bien producido, un ejemplo sería un mercado de permisos negociables de cromo para el sector industrial de las curtidoras del cuero.

Para profundizar en el fundamento teórico de los permisos negociables de contaminación, visitar [\[ir al documento\]](#).

UNIDAD 2	
Nombre de la Unidad	Valoración económica del ambiente
CAPÍTULO 4	FUNDAMENTOS DE TEÓRICOS
Lección 16	La función de demanda.
Lección 17	Medidas de bienestar del consumidor.
Lección 18	La función de oferta.
Lección 19	Fallas de mercado (información incompleta, asimétrica y monopolios).
Lección 20	Fallas de mercado (bienes públicos y externalidades).
CAPÍTULO 5	APLICACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL
Lección 21	Evaluación de políticas y proyectos ambientales (eficiencia y eficacia).
Lección 22	Evaluación de políticas y proyectos ambientales (costo efectividad, equidad y flexibilidad).
Lección 23	Enfoque del valor económico total.
Lección 24	Valores económicos de los recursos naturales y sus flujos ambientales.
Lección 25	Introducción a la valoración económica ambiental.
CAPÍTULO 6	MÉTODOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL
Lección 26	Método de valoración contingente.
Lección 27	Método de los costos de viaje.
Lección 28	Método de los precios hedónicos.
Lección 29	Método función producción salud.
Lección 30	Método de la función de daño.

UNIDAD 2. VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

CAPÍTULO 4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La segunda unidad está compuesta por las bases teóricas para aplicar los métodos de valoración económica ambiental o valoración ambiental y la descripción de cada uno de ellos. La valoración ambiental es una herramienta de la economía ambiental que busca darle un valor monetario a los bienes y servicios ambientales. Este tipo de valoración se realiza teniendo presente que algunos bienes y servicios ambientales no tienen un precio ni un mercado por lo tanto su valoración se hace un poco compleja y subjetiva.

El capítulo cuarto se enfoca en explicar las medidas del bienestar de la demanda (consumidores) y la oferta (productores), las cuales son utilizadas en el planteamiento de modelos económicos de los diferentes métodos de valoración ambiental. También se verá la primera aplicabilidad de la valoración ambiental en el caso de evaluación de proyectos y políticas ambientales.

Lección 16. La función de demanda

Recordemos que la economía está conformada por personas que son agentes económicos, unos compran otros venden o ambas. En la lección 2 se inició el estudio de la demanda y se estipularon algunas características de esta: tiene pendiente negativa, debido a la relación inversa entre precios y cantidades, mayor precio menor cantidad demandada, se puede representar mediante la curva de demanda individual (de un solo individuo) o agregada (para un conjunto de personas que consumen el mismo bien). También se dijo que esta curva de demanda se podía desplazar hacia la izquierda cuando disminuye la demanda y hacia la derecha cuando aumenta, estos desplazamientos debidos a factores como cambio en los precios de bienes asociados, preferencias, políticas y demás.

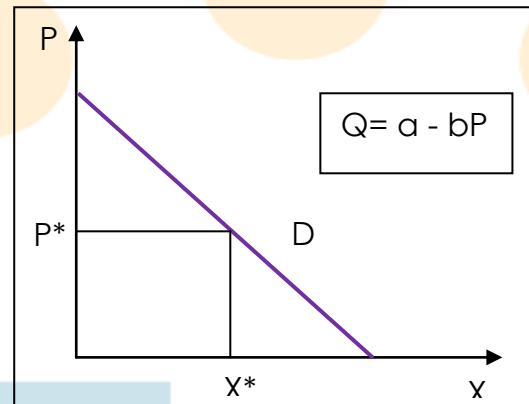
Un punto sobre la curva de demanda representa una función de demanda, una función de demanda depende de cuatro aspectos fundamentales, el precio del bien, el precio de bienes asociados, los ingresos del consumidor y el gusto o preferencias del consumidor.

$$D = F(P_b, P_a, m, G)$$

La letra D representa la cantidad demandada del bien que depende, P_b es el precio del bien, P_a precio de los bienes asociados, sustitutos o complementarios, m representa la

renta o ingresos y G los gustos o preferencias. Para graficar la función de demanda se toma la variable más determinante que es el precio propio del bien.

Figura 27. La función de demanda.



Fuente: adaptado de Uribe, 2003. P.28

La función demanda es de gran utilidad para explicar matemática y gráficamente el bienestar del consumidor, el cual se basa en diferentes medidas del bienestar de las personas como:

- Disponibilidad total a pagar.
- Disponibilidad marginal a pagar.
- Excedente del consumidor.
- Variación compensatoria.
- Variación equivalente.

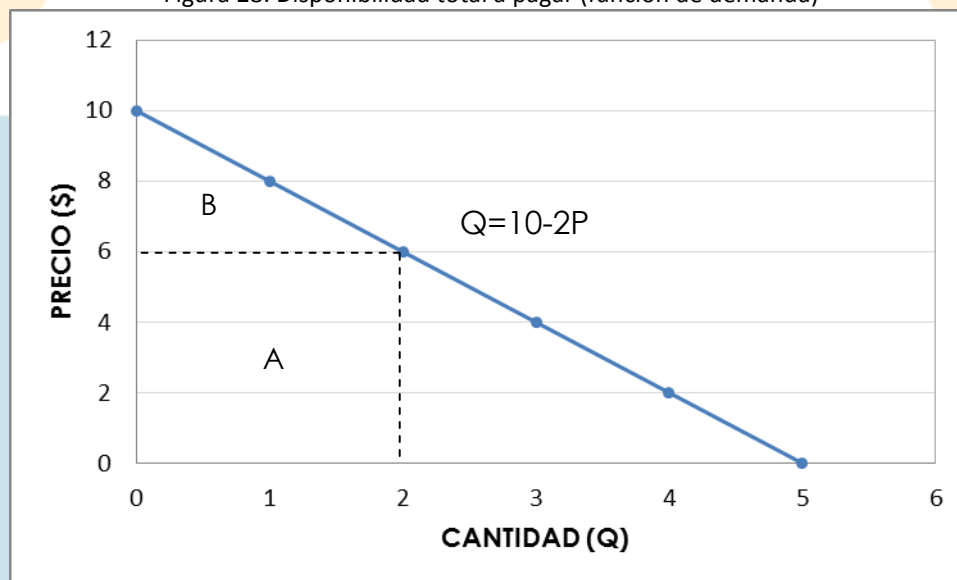
La importancia de hallar estas medidas del bienestar radica en poder responder preguntas no solo de qué sucedería si sube o baja el precio del bien, si no preguntas más interesantes, por ejemplo, cómo se ve afectado el bienestar de una persona si cambia la calidad de un bien, en este caso de un bien ambiental, determinar si el individuo queda en una mejor o peor condición.

En el estudio de las medidas del bienestar se utilizará el término de *utilidad*, que en lecciones anteriores definimos como el grado o nivel de satisfacción que genera el consumo de un determinado bien, es útil a la hora de establecer preferencias sobre el consumo de un conjunto de bienes con base en la utilidad que generan, Mendieta, (2005).

Iniciemos el estudio de las medidas del bienestar del consumidor explicando la *disponibilidad total a pagar* y la *disponibilidad marginal a pagar*.

La *disponibilidad total a pagar* se expresa como la máxima cantidad de dinero que está dispuesto a pagar un individuo por una cantidad de producto determinado. Gráficamente se representa como área por debajo de la curva de demanda, limitada en el eje X por la cantidad consumida del bien. En la figura 28 se muestra una curva de demanda y su forma funcional, el área $A + B$ representa la disponibilidad total a pagar, suponga que la persona consume 2 unidades del bien, la disponibilidad a total a pagar es la suma del área A ($6 \times 2 = \$12$) mas el área B ($((2 \times 2)/2 = \$2)$), total $A+B = \$14$. Para una función lineal es sencillo calcular el área, pero generalmente esta función no es lineal por lo que es necesario integrar la función entre 0 y Q, donde Q son las unidades consumidas del bien.

Figura 28. Disponibilidad total a pagar (función de demanda)



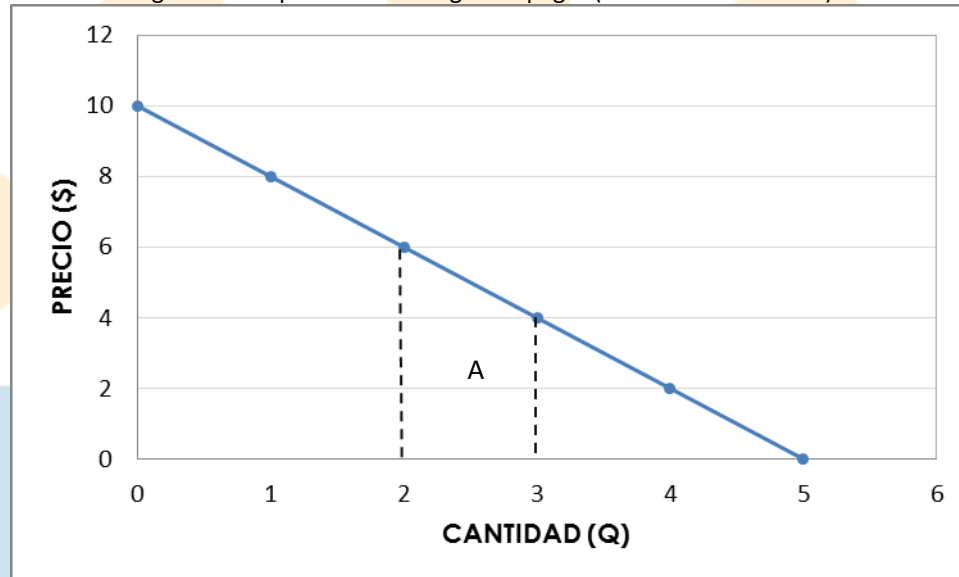
Fuente: El autor.

La disponibilidad marginal a pagar es un término utilizado ampliamente en valoración ambiental, ya que mide cambios en la disponibilidad a pagar por consumo de bienes en forma individual de una unidad más o menos. La disponibilidad marginal a pagar se deduce de la disponibilidad total a pagar y representa la cantidad de dinero que una persona está dispuesta a pagar por consumir una unidad adicional del bien, Uribe, (2003).

En la figura 29 se puede observar la disponibilidad marginal a pagar de un consumidor, el individuo ya consumió dos unidades del bien y desea consumir una tercera, el área (A) por debajo de la curva de demanda entre 2 y 3 unidades es la disponibilidad marginal a pagar. Dese cuenta que por cada unidad adicional el valor de la disponibilidad marginal a pagar es menor, recuerde la *ley de la utilidad marginal decreciente*, lección 5, dice que la primera unidad consumida genera una gran satisfacción, por ejemplo el primer vaso de jugo, por el cual la persona tiene una disponibilidad a pagar alta, pero cuando se toma el segundo vaso le genera menos satisfacción que el primero y por consiguiente su

disponibilidad a pagar por el segundo vaso es menor que por el primero y así sucesivamente hasta decidir no tomar más jugo.

Figura 29. Disponibilidad marginal a pagar (función de demanda)



Fuente: El autor.

Lección 17. Medidas de bienestar del consumidor

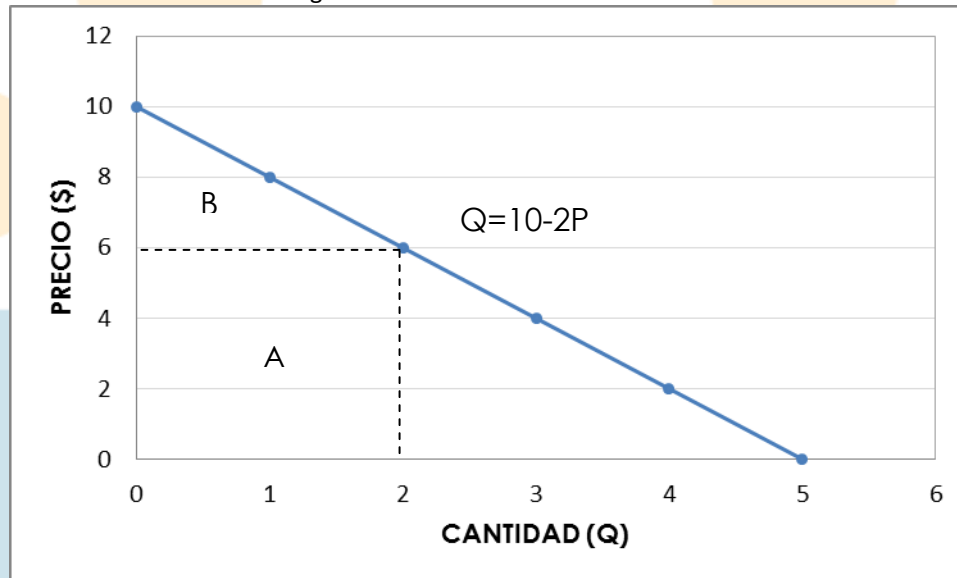
En la lección anterior iniciamos con el estudio de las medidas de bienestar del consumidor, abordamos la *disponibilidad total a pagar* y la *disponibilidad marginal a pagar*. En esta sección continuaremos con el estudio de las medidas restantes, *excedente del consumidor*, *variación compensatoria* y *variación equivalente*.

Continuemos con el concepto de excedente del consumidor, representa la base del estudio de la *economía del bienestar*, esta medida del bienestar del consumidor representa las ganancias netas que tiene un consumidor al realizar una compra o transacción en el mercado y corresponde a la diferencia entre la disponibilidad total a pagar, que es la cantidad máxima de dinero que estaría dispuesto a pagar por una determinada cantidad de un bien o servicio y lo que realmente paga por el bien, Mendieta, (2005).

En el gráfico 30 se muestra la función de demanda que se ha venido estudiando, el área A representa lo que el consumidor pagó por el nivel de consumo, en este caso pagó \$12 por dos unidades del bien, aunque la disponibilidad total a pagar (área A+B) era de \$14, como se demostró en la lección anterior. Ahora el excedente del consumidor es la resta de la disponibilidad total a pagar por las 2 unidades y lo pagado por estas, $\$14 - \$12 = \$2$. El

resultado anterior, \$2, es el excedente del consumidor, área B. Si al consumidor le hubieran pedido como pago por las dos unidades del bien \$14 él los hubiera pagado ya que era su máxima disponibilidad a pagar, como logró obtener un valor menor que su disponibilidad entonces tuvo un ahorro, un excedente.

Figura 30. Excedente del consumidor



Fuente: el autor.

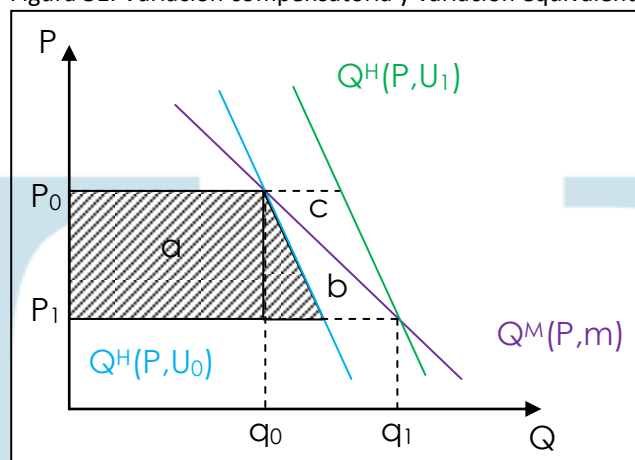
Para el estudio de la *variación equivalente y compensatoria* es necesario incluir dos nuevos conceptos de demanda, la *demanda marshalliana* y la *demanda Hicksiana*. La demanda marshalliana es la demanda que hemos venido estudiando a lo largo del curso, esta demanda es observable y medible ya que relaciona cantidades demandadas con los precios del bien y los ingresos del consumidor, estos últimos se consideran constantes. Se dice que es medible porque todas las variables que la determinan se pueden medir, las cantidades, el precio y el ingreso, Uribe (2003).

La demanda Hicksiana al contrario de la marshalliana no es observable. La demanda Hicksiana relaciona cantidades demandadas de un bien con el precio de los mismos y el nivel de utilidad que genera este consumo. Se dice que no es observable porque el factor *utilidad* no es medible, la utilidad es un término que se relaciona con la satisfacción que produce el consumo de un bien o el cambio en su disponibilidad, esta satisfacción no se puede medir en términos económicos ¿cuánta satisfacción me genera el consumo de agua? En valores numéricos es difícil responder a esta pregunta. La demanda Hicksiana es importante porque se puede usar para medir cambio en la utilidad, que por ejemplo generaría el cambio en la calidad de un bien ambiental, suponga el mejoramiento de la calidad del agua, esto aumentaría el nivel de utilidad de las personas. La importancia del

estudio de la *utilidad* está en que aunque no es cuantificable se puede ordenar por preferencias de acuerdo a la satisfacción que le genera a la persona.

La *variación equivalente* y la *variación compensatoria* se miden a través de la *demanda Hicksiana*. La figura 30 está conformada por un curva de demanda marshalliana que relaciona precios con cantidades demandadas y dos curvas de demanda Hicksiana, cada una de estas últimas representa niveles de utilidad diferentes.

Figura 31. Variación compensatoria y variación equivalente



Fuente: Adaptado de Uribe, 2003. P.34

En la figura anterior se puede determinar en primera instancia un cambio en el excedente del consumidor (EC) por efecto del cambio en los precios, el EC se mide en la demanda marshalliana, por lo tanto si el precio cambia de P_0 a P_1 el cambio en el EC sería igual a la suma de las áreas $a+b$, este cambio representa una aproximación a la ganancia en bienestar por el consumo de mayor número de unidades, de q_0 a q_1 . La *variación compensatoria* (VC) es la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar (DAP), o la mínima cantidad de dinero que está dispuesto a aceptar (DAA) por mantenerse en el nivel de utilidad inicial, luego de haber aceptado un cambio que lo favorece o perjudica, en la figura corresponde al área a ; que resulta de restar el EC cuando el precio es P_1 de cuando es P_0 , teniendo como referencia la demanda Hicksiana $Q^H(P, U_0)$, esta medida siempre se evalúa sobre la utilidad inicial de individuo. La VC se puede estimar preguntando a las personas sobre su máxima DAP por acceder a un cambio que les resulta favorable, por ejemplo, ¿Cuánto dinero estaría dispuesto a pagar por mejorar la calidad del aire de la ciudad? O la pregunta sobre la mínima cantidad de dinero que estaría DAA como compensación por un cambio que le resulta desfavorable, por ejemplo, ¿Cuánto dinero estaría dispuesto a aceptar por que el aire de su ciudad empeore su calidad?. Tanto la DAP como la DAA son medidas aproximadas a la ganancia o pérdida del bienestar, Uribe (2003).

La *variación equivalente* es la DAP o DAA de un individuo por un cambio que hubiese ocurrido, teniendo en cuenta que es un cambio hipotético, que no ha ocurrido y puede favorecer o desfavorecer a la persona. A diferencia de la variación compensatoria en la que se evalúan los cambios de precio en la utilidad final del individuo, la cual está relacionada con la demanda Hicksiana $Q^H(P, U_1)$, en la gráfica la variación equivalente está representada por el área $a+b+c$.

Para la variación equivalente se valora la DAP cuando se le pregunta al individuo por evitar un proyecto que lo desfavorece o por la DAA cuando se le pregunta por renunciar a un proyecto que lo favorece.

Lección 18. La función de oferta

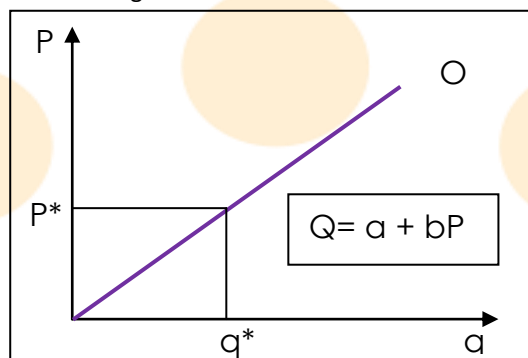
Al igual que la demanda, la oferta fue estudiada en el capítulo 1, se establecieron algunas características como su pendiente positiva a causa de la ley de la oferta que plantea que cuando suben los precios también se incrementa la cantidad ofertada. Se establecieron condiciones que generaban desplazamiento de la curva hacia la derecha si el efecto produce un aumento en la oferta y hacia la izquierda si se disminuye la oferta, estas condiciones pueden ser el cambio en los precios de los factores de producción, la tecnología usada, el número de vendedores o el de oferentes.

Un punto sobre la curva de oferta representa una función de oferta que depende de cuatro aspectos fundamentales: el precio del bien, el precio de los factores de producción y la tecnología, se pueden involucrar más variables que determinen la cantidad ofertada pero para facilitar el análisis solo se tienen en cuenta estas.

$$O = F(P_b, P_f, T, K)$$

La letra O representa la cantidad ofertada del bien que depende, P_b es el precio del bien, P_f precio de los factores de producción, T representa la tecnología y K el capital. Para graficar la función de oferta se toma la variable más determinante que es el precio propio del bien ofertado.

Figura 32. La función de oferta.



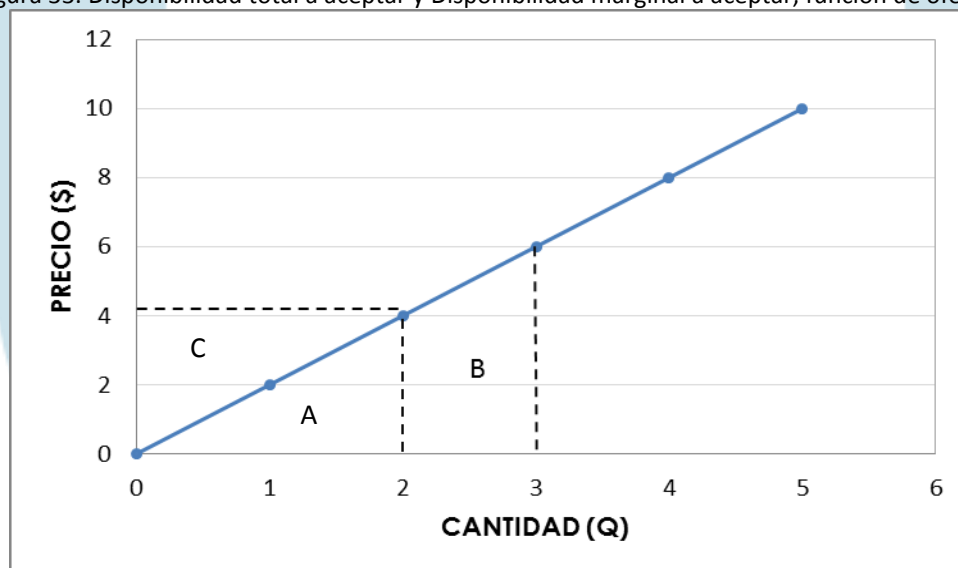
Fuente: el autor

La función oferta es de gran utilidad para explicar matemática y gráficamente el bienestar del consumidor, el cual se basa en diferentes medidas del bienestar de las personas como:

- Disponibilidad total a aceptar.
- Disponibilidad marginal a aceptar.
- Excedente del productor.
- Variación compensatoria.
- Variación equivalente.

La disponibilidad total a aceptar DAA es la mínima cantidad que el vendedor está dispuesto a aceptar por producir cierta cantidad del bien. Es el área por debajo de la curva de oferta entre 0 y la cantidad ofrecida, figura 32, área A.

Figura 33. Disponibilidad total a aceptar y Disponibilidad marginal a aceptar, función de oferta



Fuente: El autor.

La disponibilidad marginal a aceptar en el caso de la oferta es creciente y es porque los costos marginales de producir una unidad más son cada vez mayores, los costos variables se incrementan. La definición de disponibilidad marginal a aceptar es la cantidad de dinero que el productor está dispuesto a aceptar por producir una unidad adicional. Figura 32, área B.

Las medidas del cambio en el bienestar del productor son medibles, a diferencia de las medidas del bienestar del consumidor. Esto se debe a que el bienestar del productor se relaciona con las ganancias monetarias, las cuales son medibles y no requieren de una curva de oferta Hicksiana, Uribe (2003).

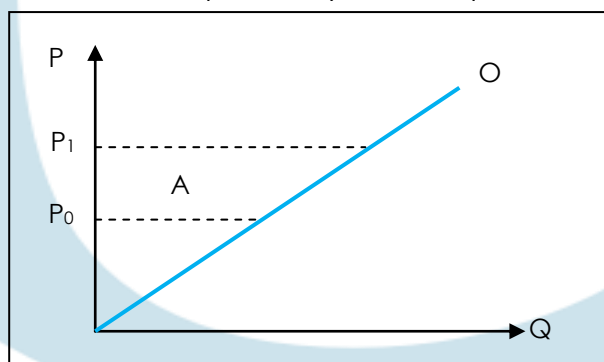
El excedente del productor es la cantidad de dinero que tiene el productor como ganancia después de cubrir los costos totales de producción, gráficamente se explica como el área por encima de la curva de oferta y por debajo de la recta del precio, figura 32, área C.

La variación compensatoria del productor es la cantidad de dinero que el productor está dispuesto a pagar, por acceder a niveles de precios que lo beneficien, por lo tanto a pagar porque se incrementen los precios.

Por el contrario la variación equivalente es la cantidad de dinero que el productor está dispuesto a aceptar por una disminución de los precios.

En la siguiente figura se muestran gráficamente las medidas de variación compensatoria y variación equivalente, para ambos casos es la misma área, la variación compensatoria VC se puede hallar cuando el productor experimente una subida de precio de P_0 a P_1 , para él es algo positivo porque mayores precios equivalen a mayores ganancias, por lo tanto el área A es la VC y esta representa la cantidad de dinero que el productor está DAP para que se dé la mejora. Si por el contrario los precios bajan de P_1 a P_0 entonces el área A es la cantidad de dinero que el productor está DAA como compensación por la pérdida de ganancias.

Figura 34. Variación compensatoria y variación equivalente del productor



Fuente: Uribe, 2003. P.41

Lección 19. Fallas de mercado, información incompleta, información asimétrica y monopolios.

Cuando los agentes económicos son capaces de encontrar precios y cantidades de equilibrio se habla de un mercado tipo competencia perfecta, es un tipo de mercado ideal, en este los precios de los bienes reflejan su escasez y por ende los recursos de la economía se asignan razonablemente. Para que esta asignación de recursos sea la deseada, es necesario que los consumidores y productores busquen maximizar sus beneficios, al lograrlo se alcanza el *Óptimo de Pareto*, para lo cual la sociedad ha alcanzado el máximo nivel de bienestar. El bienestar de la sociedad se da por la suma de todos los excedentes del consumidor y del productor.

Desafortunadamente no todos los mercados funcionan así, generalmente se encuentran fallas de mercado que no permiten asignar correctamente los recursos escasos y ese es el caso de los bienes y servicios ambientales. Las fallas de mercado conducen a precios que no son óptimos ni para consumidores ni productores generando ineficiencia económica, para los bienes ambientales sucede esto, los precios no están bien determinados por lo tanto se presenta sobreexplotación y degradación de los ecosistemas. Las fallas de mercado justifican la presencia del gobierno y la aplicación de políticas regulatorias, como las vistas en el capítulo 3.

En esta y la siguiente lección se estudiarán las fallas de mercado que se listan a continuación:

- Información incompleta.
- Información asimétrica.
- Monopolios.
- Bienes públicos.
- Externalidades.

La *información incompleta* hace referencia precisamente al desconocimiento, por alguno o ambos agentes de la economía (productor y consumidor), de información determinante para escoger niveles óptimos de producción y consumo. En ocasiones los productores asignan precios elevados a sus productos, precios que no reflejan los costos de producción, por otro lado los consumidores no conocen la información real de los costos de la empresa con los cuales asignaron los precios, en consecuencia los consumidores están pagando un precio que disminuye las cantidades demandadas y el mercado se vuelve ineficiente. Existe información que los agentes pueden llegar a desconocer y esto genera impactos negativos en la disponibilidad de los recursos, es el caso del uso de recursos naturales como materias primas, un ejemplo es la tala de bosques para utilizar la

madera en diferentes procesos, construcción y muebles, entre otros. En donde los productores, los consumidores y hasta las personas dedicadas a la extracción de la madera, no tienen información acerca de la disponibilidad futura del recurso y de las consecuencias ambientales que genera la tala de los bosques. Si todos los agentes que intervienen en las existencias del recurso conocieran las consecuencias ambientales de su explotación, seguramente tomarían decisiones diferentes en cuanto a cantidades y precios.

En el caso anterior no sería tarea difícil llegar a saber la cantidad de recurso existente, *stock* pero, en otro tipo de recurso natural es más compleja la determinación del stock, este es el caso los recursos pesqueros ya que un pescador no sabe cuántos peces hay en el mar o en los ríos y mucho menos que cantidad puede pescar para no afectar la disponibilidad del recurso más adelante. En estas condiciones el recurso será sobreexplotado con peligro de agotamiento, para lo cual conocer el stock del recurso y determinar las cuotas óptimas de pesca sería la solución a este problemática. En conclusión, la información incompleta es una falla de mercado que se presenta comúnmente cuando se trata de recursos naturales renovables y no renovables, en particular porque no se cuenta con información del stock de los recursos, de variables biológicas como tasas de crecimiento y de las consecuencias de uso en cuanto a los servicios ambientales que presta.

La *información asimétrica* se explica por medio de dos conceptos, *riesgo moral* y *selección adversa*. El riesgo moral hace referencia a que uno de los agentes tiene más información que el otro y saca provecho de esto; un ejemplo es los seguros de los vehículos, las personas que compran un seguro se preocupan menos por el estado de su vehículo y su seguridad porque saben que tienen el respaldo de un seguro. El lector pensará, pero si pago por un seguro porque no usarlo, sucede que al usarlo intencionalmente se está haciendo un uso ineficientemente de los recursos, que se podrían invertir mejor en otro aspecto. Otro ejemplo es el caso del comportamiento de las empresas contaminadoras, ellos tienen información sobre cómo y cuándo se realizaran por parte de los entes de control la revisión de sus emisiones, entonces deciden descargar sus contaminantes a horas en que saben que no hay vigilancia, riesgo moral, Barzev, (2002).

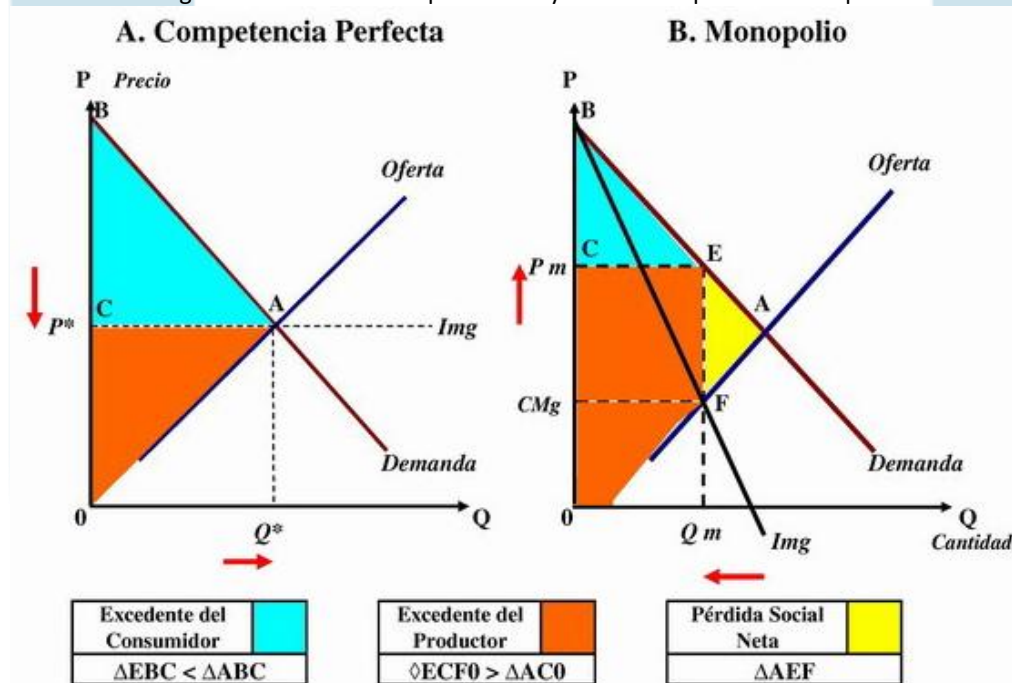
Por otro lado encontramos el término de *selección adversa*, este término fue incluido por las empresas de seguros y es el ejemplo más frecuente al hablar de riesgo moral. Las empresas de seguros hablan del mal cliente, refiriéndose a los clientes que tienen conocimiento de alguna situación riesgosa, por ejemplo una enfermedad terminal y deciden comprar un seguro de vida, otro ejemplo es el seguro de los vehículos, las personas compran seguros contra accidentes pero las empresas de seguros no tienen información acerca de las habilidades del conductor, los conductores menos hábiles podrían pagar más que los más hábiles.

Un ejemplo de selección adversa en el área ambiental, es cuando las entidades ambientales emiten normas sobre niveles de emisión de contaminantes gaseosos, sin conocer los efectos de los mismos a niveles inferiores que los permitidos. O cuando las empresas no reportan las cantidades reales de contaminantes por evitar pagar impuestos o multas.

Los problemas relacionados con información en la toma de decisiones, impiden que el mercado conduzca a la economía a un eficiente intercambio y uso de los recursos.

Otra falla de mercado son los *monopolios*, este término fue abordado brevemente en la lección 4. El monopolio es la capacidad que tiene un solo ofertante para satisfacer las necesidades del mercado de un bien, en ocasiones esta conducta es desafortunada para el consumidor ya que el ofertante podría fijar los precios del bien muy por encima de su costo real obteniendo así el mayor beneficio posible y generando una desutilidad (pérdida de utilidad) al consumidor; por otro lado, al no tener competidores, no tiene incentivos para mejorar los procesos y reducir sus costos.

Figura 35. Variación compensatoria y variación equivalente del productor



Fuente: tomado de <http://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-son-los-monopolios-y-la-competencia-imperfecta>

En la figura 32 gráfica de la izquierda se muestra como en un mercado bajo competencia perfecta se encuentra un precio de equilibrio que permite maximizar el excedente del consumidor y del productor, por otro lado la figura de la derecha muestra cómo cambian

con el monopolio, el precio sube por decisión del monopolio y el excedente del consumidor disminuye, el excedente del productor aumenta dejando un residual denotado como pérdida social neta.

Para profundizar en el tema de fallas de mercado y tipos de mercados, visitar [\[ir al documento\]](#)

Lección 20. Fallas de mercado, bienes públicos y externalidades.

Continuamos el estudio de las fallas de mercado con el tema de los *bienes públicos*, pero antes de hacerlo definamos las características de un bien privado. Los bienes privados son *rivales*, es decir que el consumo de un bien por parte de un individuo impide que otro lo consuma, nadie puede comerse la torta que otro ya se comió. Son *excluyentes*, la existencia de costos para excluir a algunas personas del consumo de un bien, por ejemplo para acceder a una atracción natural ubicada dentro de un predio privado las personas deben pagar para poder disfrutar de este, si no cuentan con este dinero son excluidas de su uso y es *divisible*, es el caso de los bienes que se dividen en cantidades más pequeñas para su comercialización, compra y venta, por ejemplo los granos que se pueden comprar o vender 500 gramos, un kilo o una tonelada.

Los bienes públicos también tienen características de este tipo pero completamente contrarias. No son *rivales*, el consumo de estos por parte de una persona no impide que otro lo pueda consumir, por ejemplo, disfrutar de un paisaje todos lo podemos hacer al mismo tiempo. No son *excluyentes*, resultaría demasiado costoso excluir a alguien del consumo del bien, ¿Cuánto costaría excluir a alguien de respirar el aire de la tierra? Sería imposible aislar el aire o aislar el consumidor y no es *divisible*, el aire no se puede fraccionar y/o comercializar. En conclusión los bienes y servicios que provee el ambiente tienen naturaleza de bienes públicos.

Existen dos tipos de bienes públicos, los bienes públicos puros y los bienes cuasi públicos. Los bienes públicos puros son los que definimos como bien público, no rivales, no excluyentes y no divisibles, por ejemplo, el aire, los paisajes, navegar en el mar, la luz del sol, entre otros. Los bienes cuasi públicos pueden llegar a ser en algún momento rivales o excluyentes, por ejemplo realizar una actividad deportiva en un parque; el hecho que muchas personas lo visiten genera rivalidad, hasta el punto en que no se pueda disfrutar de él porque hay demasiada gente, esto puede causar incluso que se llegue a cobrar por la entrada al parque, condición excluyente, Champ, *et al* (2003).

Otra característica común de los bienes públicos es que son de libre acceso y no tienen derechos de propiedad. Cualquier persona puede nadar en un río el tiempo que guste y nadie puede decir que este río es de su propiedad o este aire es de su propiedad. Por esta condición los agentes económicos tienen incentivos para usar y sacar provecho de este

tipo de bienes, esto conduce a una sobreexplotación del recurso y el posible deterioro y agotamiento de este. Un ejemplo de la sobreexplotación de los recursos naturales es la pesca ya que los peces son un recurso común o bien público y los pescadores pueden pescar las cantidades que les generen beneficios económicos sin ningún control de la cantidad que se extrae por consiguiente esto resulta en una sobreexplotación del recurso.

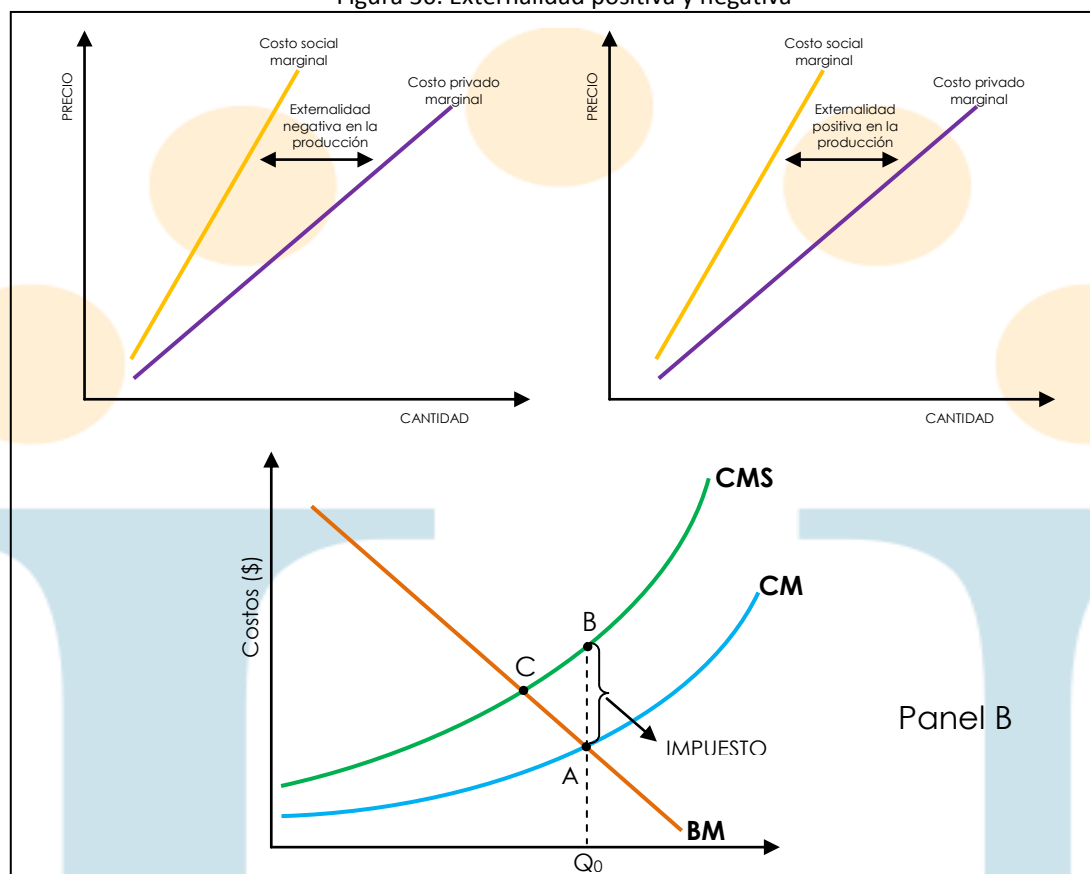
La solución para esta falla de mercado es la asignación de derechos de propiedad, cuando una persona adquiere derechos de propiedad sobre un recurso ambiental encuentra argumentos de tipo privado para cuidarlo, por lo tanto es una herramienta poderosa para desincentivar la sobreexplotación e incentivar la conservación y uso eficiente de los recursos.

Para profundizar en el tema de los bienes públicos y libre acceso, artículo “La tragedia de los comunes”, visitar [\[ir al artículo\]](#).

Veamos ahora la falla de mercado causada por las *externalidades*. Una externalidad es el efecto que causa una actividad sobre otra, directa o indirectamente provocado por un agente económico; productor o consumidor a otro agente económico, el causante puede ser un individuo o un grupo de ellos. Existen externalidades que causan efectos positivos, por ejemplo, cuando un agricultor decide plantar árboles en la ronda de las quebradas que pasan por su predio o cuando decide utilizar sus residuos para reciclar nutrientes y enriquecer el suelo. Por otro lado están las externalidades negativas, estas se relacionan comúnmente con los problemas ambientales, pues son externalidades evidentes, un ejemplo de estas son los efectos de la contaminación del agua que afecta a las poblaciones que harán uso de ésta río abajo, si es por contaminación del aire la externalidad la generan las fábricas y los efectos de esta lo sufren la población expuestas, toda contaminación genera costos a terceros, costos de tratamiento de agua, gastos en actividades de prevención y cuidado de la salud para la población afectada.

La figura 33 muestra el comportamiento económico de una externalidad negativa y una positiva, su análisis se basa en las curvas de costos marginales sociales y privados asociadas a los daños ambientales. El análisis es sencillo, cuando el costo marginal social del daño ambiental es mayor que el privado, entonces se presenta una externalidad negativa y si por el contrario el costo marginal privado es mayor que el social, la externalidad es positiva. Una de las soluciones a las externalidades negativas son los impuestos, el valor de estos se calcula con base en estas dos curvas y la del costo marginal de reducción, panel b de la figura 33.

Figura 36. Externalidad positiva y negativa



Fuente: el autor.

Otra solución a las externalidades es la planteada por el teorema de Coase, quien dice que la negociación entre las partes involucradas resultaría en la solución del conflicto sin necesidad de la intervención de un tercero, en este caso el estado o gobierno. Esta negociación requiere que se le asignen los derechos de propiedad a alguno de las partes.

Uribe 2003, propone un ejemplo para este teorema, el caso de un fumador y un no fumador que conviven en una oficina. La solución al problema está en asignarle los derechos de propiedad del aire que respira a alguno de los dos. Si se le asigna al fumador entonces, el acuerdo sería que él no fumador le pagase una suma de dinero por cada cigarrillo que el fumador se abstuviera de fumar. Ahora bien, si los derechos de propiedad se le asignan al no fumador, el acuerdo sería que el fumador le pagase una cantidad de dinero al no fumador por cada cigarrillo que le permitiera fumarse. Sin importar a quien se asignen los derechos de propiedad la cantidad de cigarrillos que se fume el fumador será menor a la cantidad antes del acuerdo, pero finalmente esta cantidad será mayor a cero.

Para profundizar en el tema de las externalidades, artículo "El problema del costo social", visitar [\[ir al artículo\]](#).

CAPÍTULO 5. APLICACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

En este capítulo se mostrará la utilidad de la valoración económica vista como un factor determinante en la toma de decisiones y en el diseño de políticas ambientales. Estas decisiones estarán basadas en la valoración de los costos y beneficios sociales y privados. Establecer los costos y beneficios sociales es la finalidad de la valoración ambiental y con esto se garantiza que la puesta en marcha de cualquier tipo de proyecto sea la opción que genera más beneficios a la sociedad.

A lo largo de este capítulo se estudiarán los parámetros a tener en cuenta en la evaluación de políticas y proyectos ambientales y por último se presentaran los bienes y servicios ambientales susceptibles de valorar para los ecosistemas de alta importancia ambiental.

Lección 21. Evaluación de políticas y proyectos ambientales, la eficiencia y la eficacia

La decisión de ejecutar una política o proyecto que tenga implicaciones ambientales debe estar fundamentada en lo que le convenga a la sociedad y no en lo que le convenga a un solo individuo, esta es la divergencia entre óptimos sociales y óptimos privados.

Para entender lo anterior pensemos en una empresa que utiliza el agua de un río como factor de producción y la retorna con altas concentraciones de contaminantes, este río es utilizado también por una población ubicada río abajo para sus actividades cotidianas, El dueño de la empresa tiene incentivos privados para seguir utilizando el agua del río y no en conservarlo a pesar de los costos que le traslada a la sociedad, seguramente para la población en cuestión proteger el río rendiría mayores beneficios sociales. Ya que evidentemente los óptimos privados son diferentes a los óptimos sociales ¿Cuál sería el uso más conveniente del río?

Es tarea del gobierno garantizar la priorización de los óptimos sociales y el principal obstáculo que ha encontrado para esto es determinar los beneficios sociales y poder compararlos con los beneficios privados, sin embargo esta labor puede lograrse utilizando la valoración económica ambiental. Así en el ejemplo anterior podría llegarse a dar un valor económico a los servicios ambientales que presta el río (beneficios sociales) y compararlos con los beneficios de la empresa (beneficios privados), ahora sí se haría posible decidir cuál sería la mejor opción. Seguramente conservar el río es lo que genere mayores beneficios sociales netos teniendo en cuenta que la empresa debe descontar de sus beneficios o ganancias, el valor de los daños ambientales generados al río o el costo de reducirlos.

A continuación se presentan cuatro criterios importantes para la toma de decisiones de la viabilidad de políticas o proyectos ambientales. Comencemos con la *eficiencia*, este

concepto se entiende como el máximo nivel de producción que puede obtenerse con los recursos existentes. Aplicado a políticas y proyectos es la asignación de recursos a las actividades que generen los máximos beneficios sociales.

Para conocer la eficiencia de un proyecto o política es indispensable llevar los costos y beneficios totales a valor presente neto. Esto requiere determinar en primera instancia los períodos de tiempo en que se generan gastos y ganancias. El segundo paso está en seleccionar una tasa de descuento (r) que es la que permite traer a valor presente los costos y beneficios, la tasa de descuento es una medida financiera que se aplica para determinar el valor actual de un pago (costo o beneficio) futuro.

$$VPN(BT) = \sum_{t=1}^T \frac{\text{Beneficios}_t}{(1+r)^t} \quad \text{Ecuación (1)}$$

$$VPN(CT) = \sum_{t=1}^T \frac{\text{Costos}_t}{(1+r)^t} \quad \text{Ecuación (2)}$$

De las ecuaciones anteriores VPN es el valor presente neto, de los beneficios totales (BT) y de los costos totales (CT), la sumatoria va desde el período uno ($t=1$), hasta el último período (T), por último la tasa de descuento (r).

La tasa de descuento tiene grandes implicaciones en los valores de los costos y los beneficios, el impacto de esta puede hacer que se incrementen o que se disminuyan. En últimas puede ser un factor determinante para dar viabilidad económica a un proyecto. La tasa de descuento depende en gran parte de la estabilidad económica de un país, esta estabilidad la dan generalmente los precios del mercado valorados porcentualmente con el IPC (índice de precios del mercado). El problema está en que si la economía del país no es estable entonces de un año a otro la tasa de descuento puede cambiar y este cambio puede hacer viable un proyecto que antes no lo era.

Ya calculados los costos y los beneficios totales, se acepta una política o un proyecto si los beneficios totales que genera son mayores a los costos totales de su implementación o ejecución en valor presente (ecuación 4). En otras palabras si el valor presente de los beneficios netos es un valor mayor a cero se acepta como viable.

$$VPN = \sum_i \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i} \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$VP(BN) = VPN(BT)_i - VPN(CT)_i > 0 \quad \text{Ecuación (4)}$$

Para el caso de proyectos ambientales que generen flujos continuos de beneficios y costos a lo largo de períodos de tiempo indefinidos se utiliza la siguiente ecuación:

$$VPN(BT) = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{Beneficios}{(r)^t} \quad \text{Ecuación (5)}$$

Con el cálculo del valor de VP(BN), valor presente de los beneficios netos (beneficios menos costos) se podrá escoger entre varias opciones de políticas o posiciones de ejecución del proyecto, para cada opción se calcula el VP(BN) y se escogerá la que tenga el mayor valor.

Otra forma de evaluar la eficiencia de un proyecto es por medio del indicador beneficio costo (IBC).

$$IBC = \frac{VPN(BT)}{VPN(CT)} \quad \text{Ecuación (6)}$$

Este índice se evalúa con el siguiente criterio: si el resultado de la ecuación 6 es mayor a uno (1) entonces, es viable socialmente ya que los beneficios son mayores que los costos. Si el resultado es menor a uno (1) no es viable ya que los costos sociales serán mayores a los beneficios sociales.

La eficiencia determina si es viable o no la ejecución de un proyecto o política. Además de esto es necesario evaluar si realmente se está cumpliendo con los objetivos planteados por dicho proyecto.

El criterio para evaluar la *eficacia* es el grado de cumplimiento de las metas propuestas, no incluye el análisis ni de costos ni de beneficios, es por esto que un proyecto puede llegar a ser eficaz y no necesariamente ser eficiente.

Lección 22. Evaluación de políticas y proyectos ambientales, costo efectividad, equidad y flexibilidad

En esta lección continuaremos con la descripción de los criterios usados para la evaluación de políticas y proyectos ambientales.

El siguiente criterio es el de *costo efectividad*, en este se deben tener en cuenta los dos anteriores, la *eficiencia* y la *eficacia*. Si un proyecto es eficiente, para lo cual minimiza costos sociales y maximiza beneficios sociales y a su vez es eficaz en el cumplimiento de metas y objetivos, se dice que es costo efectivo.

El cuarto criterio de evaluación de proyectos ambientales es la *equidad*. En este la intervención del estado es imprescindible. Como se ha visto hasta aquí la viabilidad de un proyecto se debe hacer a un nivel social y no privado, por lo cual los beneficios de este deben ser transferidos a la sociedad. La equidad por los tanto, es la distribución justa entre la sociedad de los beneficios y costos generados por una política o proyecto ambiental. Es claro que un proyecto puede ser costo efectivo pero no equitativo. Las formas de repartir los costos y beneficios sociales no son claras, para esto es necesario determinar cuáles son las personas que se benefician directa o indirectamente y cuales las que sufren los costos de los daños ambientales asociados al proyecto.

Por último, el quinto criterio de evaluación de políticas y proyectos ambientales es la *flexibilidad*. Está definida como la capacidad de un proyecto o política para reconocer y adaptarse a las cambiantes situaciones políticas, tecnológicas, institucionales y económicas de cada país o región. Para países como Colombia, es un criterio a tener en cuenta por la disponibilidad de recursos susceptibles a proyectos y por la volatilidad de su economía, Uribe (2003).

Para profundizar en el tema de evaluación económica de proyectos, ir a la metodología visitar [\[ir al documento\]](#).

Lección 23. Enfoque del valor económico total

El valor económico total (VET) se basa en involucrar todos los valores económicos, que resulten del consumo de bienes y servicios ambientales que generen a los consumidores algún nivel de utilidad. Recuerde que la utilidad es una medida, que se aplica al consumidor, para calcular el nivel de satisfacción, gusto o gozo que le genera el consumo de un bien.

Los bienes y servicios ambientales pueden consumirse o usarse de múltiples maneras. Cuando se disfruta de un paisaje, en forma directa, cuando se disfruta de un servicio ambiental, la regulación hídrica de un páramo, en forma indirecta, o cuando se tiene la opción de disfrutarlo en el futuro. Cada una de estas formas de consumo genera utilidad a las personas, por lo tanto se podrían llegar a valorar económicamente.

Es preciso agrupar las diferentes formas de consumo de bienes ambientales con el fin de organizar los valores de estos y poder construir una fórmula matemática para calcular el valor económico total del bien a valorar. Una de las clasificaciones más aceptadas es la de Freeman (1993) que clasifica los valores de los bienes y servicios ambientales en: valores

de uso directo, valores de uso indirecto y valores de no uso, los de no uso se dividen en valor de existencia y valor de opción. Uribe (2003).

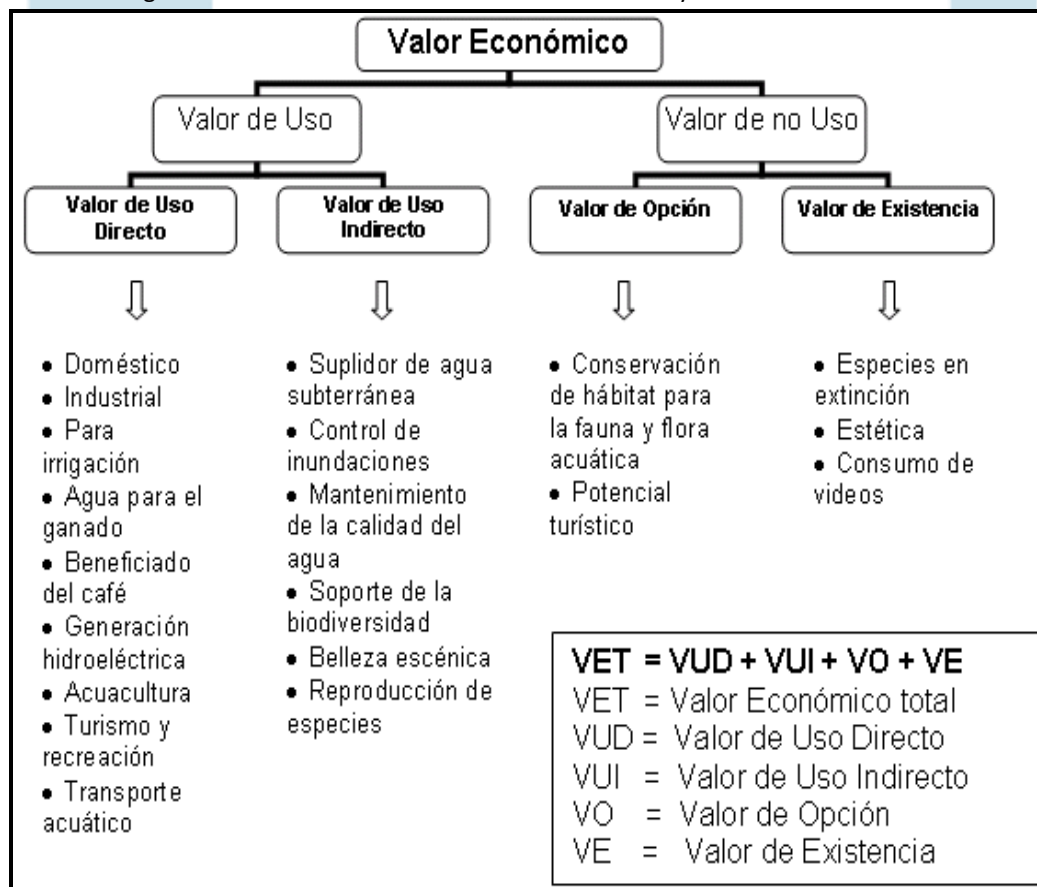
El valor económico total de un bien o servicio ambiental sería la suma de los tres valores mencionados y se representa mediante la siguiente ecuación (6).

$$VET = VUD + VUI + VNU \quad \text{Ecuación (6)}$$

VET es el valor económico total, VUD es el valor de uso directo, VUI es el valor de uso indirecto y VNU es el valor de no uso, compuesto por el valor de opción y valor de existencia.

Veamos en la siguiente figura algunos ejemplos de los bienes y servicios ambientales susceptibles a valorar, tenga en cuenta que se está tratando con bienes no mercadeables, son bienes que no tienen precio por ende no tienen mercado.

Figura 37. Clasificación de los valores de los bienes y servicios ambientales.



Fuente: Tomado de <http://www.google.com.co/imgres?q=valor+economico+total+ambiental&um=1&>

En el caso del agua se da un valor de uso directo cuando con ella se satisfacen variedad de necesidades, por ejemplo, cuando se obtiene sustento o rentabilidad económica de la explotación, cuando se usa para investigar o para transportarse o cuando se realizan actividades recreativas. De la misma forma se da al agua un valor de uso indirecto, cuando personas o grupos sociales se benefician del consumo de algún otro recurso ambiental cuya existencia y calidad depende de la existencia y calidad del agua (Azqueta y Cámara, 2001).

Cuadro 9. Definición de los bienes y servicios ambientales.

VALOR DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES	DEFINICIÓN
Valor de uso directo	Se refiere al valor por el uso de un recurso en un lugar específico. Este uso puede ser consuntivo o no consuntivo. En el primero, el recurso es consumido por la actividad que se desarrolla en él, por ejemplo la extracción de leña y frutos, la caza y la pesca. Mientras en el uso no consuntivo el recurso se usa de manera contemplativa, tal es el caso de visitas a un lugar recreativo o paisajístico.
Valor de uso indirecto	Surge cuando las personas no entran en contacto directo con el recurso en su estado natural, pero aún así el individuo se beneficia de él. Este es el caso de las funciones ecológicas o ecosistémicas como regulación de clima, reciclaje de nutrientes y de residuos, entre otros.
Valor de opción	Hace referencia al valor de uso potencial de un recurso, es decir, corresponde a lo que los individuos están dispuestos a pagar hoy por usar el recurso en el futuro. Adicionalmente, algunos autores han desarrollado el concepto de valor de cuasi-opción, el cual refleja el beneficio neto obtenido al posponer una decisión de usar o no un recurso, en espera de despejar total o parcialmente la incertidumbre existente mediante la obtención de una mayor información.
Valor de legado	Corresponde al valor que cualquier individuo le asigna a un recurso al saber que otros puedan beneficiarse del mismo en el futuro.
Valor de existencia	Es un concepto que surge al asignar un determinado valor a un recurso simplemente porque éste existe, aún cuando los individuos nunca han tomado contacto con él, ni lo harán en el futuro.

Fuente: tomado http://www.anam.gob.pa/index.php?option=com_content&view=article&id=169&Itemid=335&lang=es

El concepto de valor económico total, aparece como solución a la subvaloración de los recursos naturales, lo que generaba agotamiento y degradación de estos. Hasta hace poco los bienes ambientales se valoraban solo por sus valores de uso directo, es el caso de necesitar valorar un ecosistema páramo, solo le atribuían valores directos por el valor de la tierra (suelo) o por su fertilidad, olvidando los servicios ambientales como la capacidad reguladora del recurso hídrico, la conservación de diversidad biológica y hasta por los servicios recreativos y paisajísticos que ofrece. Cuando se valoran los diferentes usos se

puede tomar decisiones óptimas para el uso que se le debe dar al recurso o bien ambiental.

Lección 24. Valores económicos de los recursos naturales y sus flujos ambientales

En esta lección se estudiarán ecosistemas de alta importancia ambiental, como lo son los páramos, los bosques y los humedales. Estos ecosistemas en países como Colombia son de importancia por su potencial de aprovechamiento, además de la necesidad de conservación y recuperación.

Cuadro 10. Relación actividad económica y valores de bienes y servicios ambientales.

ACTIVIDAD ECONÓMICA RELACIONADA	ECOSISTEMA	BIEN O SERVICIO AMBIENTAL
Pesca	Costero – marino	Pesca comercial Fauna de acompañamiento Agua para transporte
Aprovechamiento forestal	Bosque	Especies maderables Especies no maderables Fijación de carbono Agua para uso doméstico Agua para agricultura Agua para la industria Agua para hidroenergía
Agropecuaria	Áreas de cultivo	Cultivos tradicionales Ganadería
Turismo	Bosque Costero – marino	Belleza escénica
Minería	Subterránea	Extracción de minerales

Fuente: adaptado de, http://www.unctad.org/trade_env/test1/meetings/cuba3/Sesion%202.%20Economia%20ambiental%20y%20ecosistemas%20Barzev.pdf

Lección 25. Introducción a la valoración económica ambiental

Antes de iniciar el último capítulo, en donde se estudiarán los métodos de valoración económica, se hará en esta lección una introducción al tema, mostrando la aplicabilidad de cada uno de estos, según el bien que se pretenda valorar.

La valoración ambiental es un requisito legal en Colombia, que deben cumplir los proyectos y políticas ambientales susceptibles de licenciamiento ambiental. Se plantea como obligación que impone la resolución 1503 de 2010 de incluir dentro del estudio de

impacto ambiental la valoración económica de los impactos generados por el proyecto motivo del estudio, además de esto el trasladar los impactos ambientales a valores monetarios facilita la toma de decisiones con respecto a si es favorable o no, la realización de cualquier actividad que afecte el ambiente, a lo anterior debe sumarse la falta de conocimiento en economía que presentan los profesionales del área ambiental la cual genera que los análisis ambientales de cualquier proceso estén incompletos.

En la ley 99 de 1993 los instrumentos económicos de la gestión ambiental se establecieron como un complemento necesario y en muchos casos como un sustituto, de los instrumentos de comando y control; se pensó entonces que las ciencias económicas ya ofrecían instrumentos de política que eran susceptibles de poner en marcha en este medio, entre los cuales la valoración económica constituye una de las bases.

El diseño y puesta en marcha de los instrumentos económicos, y con ellos la valoración económica ambiental, resulta más complejo de lo previsto. Una de las explicaciones de esto es el requerimiento de capacidad institucional equivalente o mayor a la necesaria para la aplicación de los instrumentos de comando y control.

Teniendo en cuenta que la normatividad ambiental colombiana establece que la valoración económica ambiental es una herramienta decisoria, la Resolución 1503 de 2010 adopta la “Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales”, dicha resolución menciona en su artículo segundo que la metodología es “un instrumento de consulta obligatoria y de orientación a los usuarios de proyectos, obras o actividades, que de acuerdo con la ley y los reglamentos están sujetos a la obtención de licencia ambiental o al establecimiento de un plan de manejo ambiental...”. La metodología en su numeral 2.3.2 se refiere a la “Evaluación Económica en el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental”, allí especifica que “El propósito de estas herramientas es identificar y estimar el valor económico de los impactos ambientales de tal manera que estos puedan incluirse dentro del análisis de evaluación económica ambiental del proyecto y contribuir en la determinación de la viabilidad del mismo.”

Con base en lo anterior se evidencia que la gestión de recursos naturales renovables en Colombia se empieza a encaminar cada vez más hacia el uso de las herramientas económico – ambientales buscando de esta forma internalizar los costos de las externalidades generadas por sectores productivos específicos sobre el bienestar social.

Dejando a un lado la justificación de la necesidad de entender y utilizar las diferentes técnicas de valoración ambiental, iniciemos el estudio de estudio de estas. Como se ha mencionado anteriormente, la valoración de un recurso natural parte de la identificación

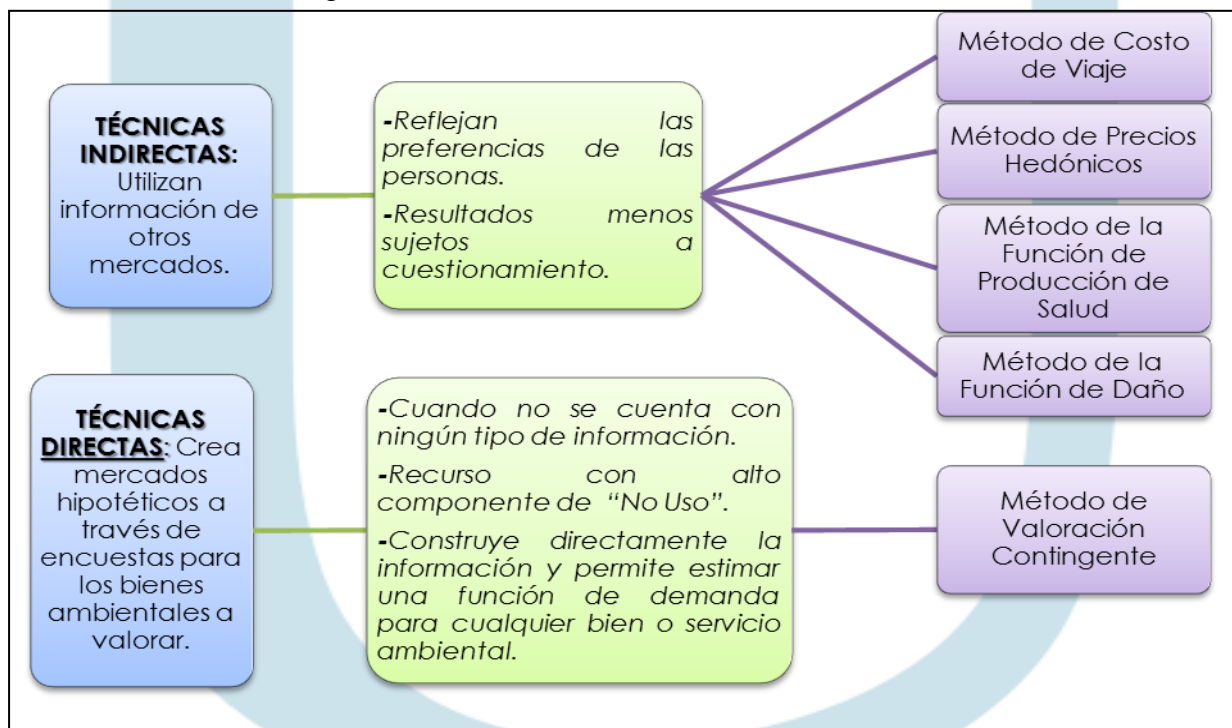
de cada uno de los flujos de bienes y servicios que provee, y de la selección adecuada del método para medir cada uno de estos flujos, (Medellín³).

Para valorar los recursos naturales, puede usarse información relevante del mercado de bienes asociados a los recursos a valorar, como utiliza información de otros mercados a esta técnica se le conoce con nombre de *métodos indirectos* (o método de preferencias reveladas), consiste en determinar el valor que las personas le dan al recurso, analizando el comportamiento de estas en los mercados con los que el recurso ambiental está relacionado. Existe variedad de métodos indirectos, los más utilizados son el *método de costo de viaje*, el *método de los precios hedónicos*, el *método de la función producción salud* y el *método de la función de daño*, (Herruzo, 2002).

Por otra parte están los métodos directos, utilizados cuando no se puede relacionar el bien ambiental con el mercado de otro, en otras palabras, cuando no se conocen los precios y cantidades transadas del bien ambiental. Estos métodos se basan en la creación de mercados hipotéticos, a través de encuestas, las cuales plantean los escenarios de valoración. El método más utilizado es el *método de valoración contingente*.

En el cuadro 12 se muestran los diferentes métodos de valoración ambiental que se estudiarán en el siguiente capítulo.

Figura 38. Métodos de valoración económica ambiental.



³ Tomado de <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/congresoparamo/valoracion.pdf>

Fuente: el autor.

Antes de iniciar el último capítulo, en donde se estudiarán los métodos de valoración económica, se hará en esta lección una introducción al tema, mostrando la aplicabilidad de cada uno de estos, según el bien que se pretenda valorar.

La valoración ambiental es un requisito legal en Colombia, que deben cumplir los proyectos y políticas ambientales susceptibles de licenciamiento ambiental. Se plantea como obligación que impone la resolución 1503 de 2010 de incluir dentro del estudio de impacto ambiental la valoración económica de los impactos generados por el proyecto motivo del estudio, además de esto el trasladar los impactos ambientales a valores monetarios facilita la toma de decisiones con respecto a si es favorable o no, la realización de cualquier actividad que afecte el ambiente, a lo anterior debe sumarse la falta de conocimiento en economía que presentan los profesionales del área ambiental la cual genera que los análisis ambientales de cualquier proceso estén incompletos.

En la ley 99 de 1993 los instrumentos económicos de la gestión ambiental se establecieron como un complemento necesario y en muchos casos como un sustituto, de los instrumentos de comando y control; se pensó entonces que las ciencias económicas ya ofrecían instrumentos de política que eran susceptibles de poner en marcha en este medio, entre los cuales la valoración económica constituye una de las bases.

El diseño y puesta en marcha de los instrumentos económicos, y con ellos la valoración económica ambiental, resulta más complejo de lo previsto. Una de las explicaciones de esto es el requerimiento de capacidad institucional equivalente o mayor a la necesaria para la aplicación de los instrumentos de comando y control.

Teniendo en cuenta que la normatividad ambiental colombiana establece que la valoración económica ambiental es una herramienta decisoria, la Resolución 1503 de 2010 adopta la “Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales”, dicha resolución menciona en su artículo segundo que la metodología es “un instrumento de consulta obligatoria y de orientación a los usuarios de proyectos, obras o actividades, que de acuerdo con la ley y los reglamentos están sujetos a la obtención de licencia ambiental o al establecimiento de un plan de manejo ambiental...”. La metodología en su numeral 2.3.2 se refiere a la “Evaluación Económica en el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental”, allí especifica que “El propósito de estas herramientas es identificar y estimar el valor económico de los impactos ambientales de tal manera que estos puedan incluirse dentro del análisis de evaluación económica ambiental del proyecto y contribuir en la determinación de la viabilidad del mismo.”

Con base en lo anterior se evidencia que la gestión de recursos naturales renovables en Colombia se empieza a encaminar cada vez más hacia el uso de las herramientas

económico – ambientales buscando de esta forma internalizar los costos de las externalidades generadas por sectores productivos específicos sobre el bienestar social.

Dejando a un lado la justificación de la necesidad de entender y utilizar las diferentes técnicas de valoración ambiental, iniciemos el estudio de estudio de estas. Como se ha mencionado anteriormente, la valoración de un recurso natural parte de la identificación de cada uno de los flujos de bienes y servicios que provee, y de la selección adecuada del método para medir cada uno de estos flujos, (Medellín⁴).

Para valorar los recursos naturales, puede usarse información relevante del mercado de bienes asociados a los recursos a valorar, como utiliza información de otros mercados a esta técnica se le conoce con nombre de *métodos indirectos* (o método de preferencias reveladas), consiste en determinar el valor que las personas le dan al recurso, analizando el comportamiento de estas en los mercados con los que el recurso ambiental está relacionado. Existe variedad de métodos indirectos, los más utilizados son el *método de costo de viaje*, el *método de los precios hedónicos*, el *método de la función producción salud* y el *método de la función de daño*, (Herruzo, 2002).

Por otra parte están los métodos directos, utilizados cuando no se puede relacionar el bien ambiental con el mercado de otro, en otras palabras, cuando no se conocen los precios y cantidades transadas del bien ambiental. Estos métodos se basan en la creación de mercados hipotéticos, a través de encuestas, las cuales plantean los escenarios de valoración. El método más utilizado es el *método de valoración contingente*.

En la figura 36 se muestran los diferentes métodos de valoración ambiental que se estudiarán en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 6. MÉTODOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

En la lección anterior se dio inicio al tema de la valoración económica ambiental y además se nombraron las diferentes técnicas utilizadas para calcular el valor económico de un bien ambiental, estas técnicas o metodologías serán estudiadas una a una a lo largo de este capítulo, todo el desarrollo teórico de estas está basado en Uribe, 2003 .

Lección 26. Método de valoración contingente

El método de valoración contingente es la técnica directa más usada de valoración ambiental, ya que es la única que puede llegar a calcular el valor aproximado de un

⁴ Tomado de <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/congresoparamo/valoracion.pdf>

recurso ambiental que no tienen mercado, es decir, no tiene precio y ni se saben las cantidades transadas.

Históricamente un avance importante se dio en el año de 1989, cuando el transportador de petróleo Exxon Valdés sufrió un accidente que derramó once millones de galones de petróleo en el mar frente a las costas de Alaska. Este evento generó la necesidad de cuantificar económicamente el daño ambiente; con el fin de atender dicha necesidad se creó el NOAA (1993), panel integrado por notables economistas quienes tuvieron la tarea de perfeccionar una metodología para valorar económicamente los daños ambientales causados por el derrame, de donde surgieron recomendaciones para realizar estudios de valoración ambiental a través del método de valoración contingente, Arrow et. Al. (1993).

El siguiente planteamiento está basado en Uribe, 2003.

Generalidades De La Metodología

- Se basa en información recolectada mediante encuestas.
- Busca determinar el valor económico de los beneficios sociales generados por el acceso a un bien ambiental.
- Es especial para determinar valores de “No Uso” (Bienes no mercadeables).
- Tener en cuenta los “Derechos de propiedad”: ¿Se tiene garantizado el acceso a ese lugar?, ¿Cuánto está dispuesto a pagar por garantizar el acceso?.
- Construcción de preferencias, no utiliza información sobre el comportamiento observado de las personas en los mercados reales.
- Única metodología para la estimación conjunta de valores de uso y de no uso.

Objetivos De La Metodología

- Evaluar los beneficios de proyectos o políticas. Para estimar el valor económico del activo ambiental bajo una línea base o para una mejora específica.
- Estimar la disponibilidad a pagar (DAP). Para medir los beneficios económicos de mejoras ambientales.
- Estimar la disposición a aceptar (DAA). Para medir el valor económico del daño producido por degradación del medio ambiente

Supuestos De La Metodología

- El individuo se comporta en el mercado hipotético de la misma manera como lo haría en un mercado real, y toma una decisión racional a la hora de asignar, o no, parte de su ingreso a la compra del bien ambiental.

- El individuo tiene información completa sobre los beneficios que el consumo del bien ambiental le generaría.
- El individuo maximiza su utilidad dada una restricción de presupuesto representada por el ingreso disponible. (Ingreso limitado para gastar).

Modelo De Valoración Contingente

- Supone que el individuo experimenta un mayor nivel de utilidad si accede a los beneficios que le provee el bien ambiental.

EJEMPLO: Disminución en los niveles de ruido de una zona. El individuo tendrá un mayor nivel de bienestar después de la mejora.

$$U^1 (\text{Ambiente sin ruido}) > U^0 (\text{Ambiente con ruido})$$

Suponiendo que el bien que se ofrece – Ambiente sin ruido – se representa con la letra q , y que el ingreso disponible del individuo se representa con la letra m , entonces el individuo sería indiferente entre comprar el bien o no comprarlo; sí y sólo sí:

$$U^1 (m - \text{Pago}, q^1) = U^0 (m, q^0)$$

Donde, q^1 es la situación ambiente sin ruido, q^0 es la situación ambiente con ruido.

Lo siguiente, especificar el anterior planteamiento en términos de una función que pueda ser estimable mediante estudios empíricos.

$$U(m, q) = V(m, q) + \varepsilon$$

Donde, $V(m, q)$ representa la función de utilidad indirecta (la máxima utilidad que puede alcanzar el individuo dados unos precios y un ingreso disponible) y ε representa la parte de la utilidad que no puede ser explicada por las variables incluidas en el modelo.

$$\begin{array}{ll} U^0(m, q^0) = V^0(m, q^0) + \varepsilon^0 & \text{Ambiente sin ruido} \\ U^1(m, q^1) = V^0(m - DAP, q^1) + \varepsilon^1 & \text{Ambiente con ruido} \end{array}$$

Según Hanemann (1985), se asume que el valor esperado del error es cero (0), así el cambio de utilidad se mide como la diferencia entre la utilidad indirecta en la situación final (ambiente sin ruido) menos (-) la utilidad indirecta en la situación inicial (ambiente sin ruido).

$$\Delta V = V^1(m - DAP, q^1) - V^0(m, q^0)$$

Hanemann (1984) y Cameron (1988) proponen una forma funcional lineal que depende del ingreso (m):

$$V = \alpha + \beta m$$

Por lo tanto;

$$V^0 = \alpha_0 + \beta m \quad \text{- Utilidad indirecta inicial}$$

$$V^1 = \alpha_1 + \beta(m - DAP) \quad \text{- Utilidad indirecta final}$$

Cambio en utilidad

$$\Delta V = [\alpha + \beta(m - DAP)] - (\alpha + \beta m)$$

Dado que tanto α_1 como α_0 representan interceptos, ellos pueden ser adicionados.

$$\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$$

Por consiguiente

$$\Delta V = \alpha + \beta DAP$$

Al final si con el pago que hace el individuo queda indiferente entre el nivel de utilidad inicial y el final, es decir si $\Delta V = 0$, entonces la disponibilidad a pagar por el bien ofrecido se puede despejar así:

$$0 = \alpha - \beta DAP$$

Entonces,

$$DAP = \alpha / \beta \quad \text{Disponibilidad a pagar media}$$

En los modelos empíricos la forma funcional presentada puede ser estimada junto con variables socioeconómicas (z).

$$PROB(SI) = \beta_0 - \beta_1 DAP + \sum_{i=1}^N \beta_i Z_i$$

La fórmula para estimar la disponibilidad a pagar media para estos modelos es:

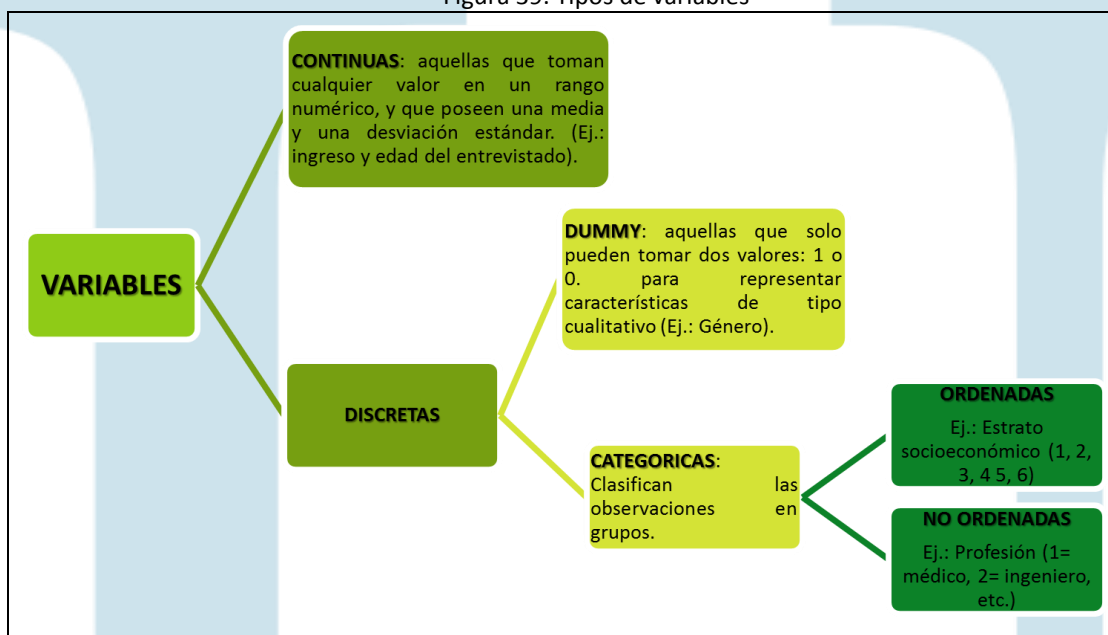
$$DAP = \frac{\beta_0 + \sum_{i=1}^N \beta_i Z_i}{\beta_1}$$

El denominador, (β_1), es el coeficiente que acompaña a la variable DAP. Las demás variables incluidas en el numerador son evaluadas en sus valores promedio.

El modelo anterior se estima mediante información revelada por personas o familias. Cada familia, o cada individuo encuestado, son considerados como una observación y a cada observación le corresponde una serie de variables.

A continuación se presentan los tipos de variables que se pueden encontrar en estos modelos (figura 35).

Figura 39. Tipos de variables



Fuente: el autor.

Aplicación De La Metodología

1. Decidir la forma de la entrevista: correo, teléfono, personal (mejores pero, más costosas), etc.
2. Elaboración del cuestionario, como mínimo debe incluir:
 - Información general del encuestado
 - Escenario de valoración
 - Pregunta sobre la disponibilidad a pagar

3. Definir población y conocer su tamaño. Relación estrecha con el objeto estudio de valoración.
4. Definir la muestra lo cual puede hacerse a través de un muestreo aleatorio simple o muestreo aleatorio estratificado cuando es importante conocer el comportamiento de subgrupos.
5. Calibrar las encuestas, verificar planteamiento, orden de las preguntas, vocabulario, etc. Puede hacerse con un grupo focal quienes analizan y discuten el texto, orden, forma, vocabulario, etc., además se aseguran que el escenario y la pregunta sean fácilmente entendibles. Puede utilizarse para fijar los rangos de la DAP.
6. Entrenamiento de encuestadores. Asegurar que independientemente de quien sea el encuestador la respuesta será la misma.
7. Aplicar la encuesta y diligenciar la base de datos.
8. Identificar encuestas mal diligenciadas y respuestas incoherentes.
9. Correr el modelo econométrico, según la conveniencia del ajuste, y estimada la DAP.
10. Agregación del bienestar: extrapolación de la DAP estimada para el individuo representativo, a toda la población potencialmente beneficiada del cambio. Para hacer esto se debe asumir que todos los individuos tienen preferencias y ponderaciones idénticas de bienestar⁵.

$$Beneficios\ Totales = \sum_{i=1}^N DAP_i$$

Para ver la aplicabilidad del método de valoración contingente, visitar [\[ir al artículo\]](#).

Lección 27. Método de los precios hedónicos

Según Uribe (2003), el método de los precios hedónicos fue creado por Rosen en 1947, en donde los bienes inmuebles se diferencian unos de otros por las cantidades de varias características o atributos que contienen.

Éste método permite valorar económicamente características no mercadeables cuando estas están asociadas a bienes transables como una vivienda ya sea rural o urbana.

Además, permite determinar el impacto que podría tener el cambio de estos atributos, no mercadeables, sobre los precios de estos bienes. Los bienes inmuebles son heterogéneos

⁵ El desarrollo del método de valoración contingente fue adaptado de Uribe, 2003.

por lo tanto es posible separar el efecto de esos atributos sobre la utilidad que generan y analizar como los cambios de cada atributo afectan el precio del bien.

Por todo lo anterior esta metodología permite valorar monetariamente atributos como la calidad ambiental o la presencia de parques o de cuerpos de agua asociados a un bien.

El siguiente planteamiento está basado en Uribe, 2003

Objetivos De La Metodología

- Estimar el precio de un bien inmueble como función de sus características y atributos.
- Estimar el impacto de los atributos sobre el precio del bien.
- Obtener una medida agregada del bienestar ante cambios en la calidad o cantidad de un atributo ambiental de un bien.

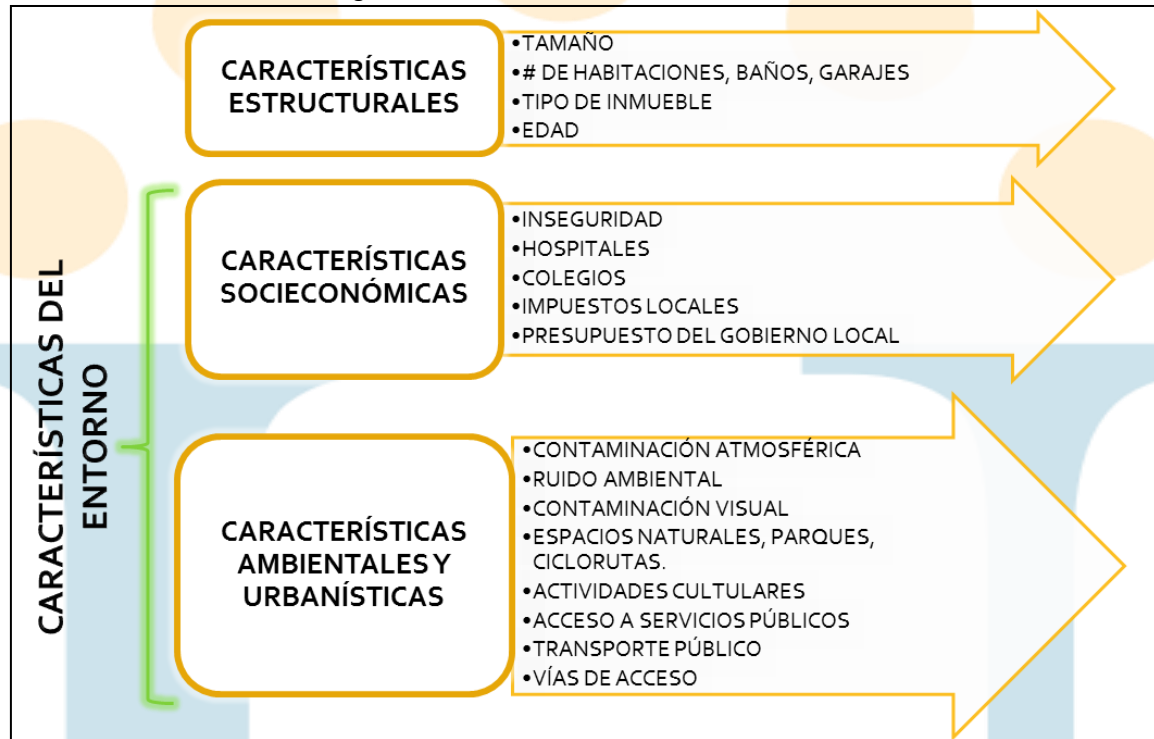
Supuestos De La Metodología

- El precio de los bienes es una función de los atributos ambientales de su entorno.
- Las características o atributos de un bien no cambian en el tiempo.
- La cantidad de una característica puede variar independientemente.
- La selección del lugar de un bien de propiedad raíz, depende de las preferencias y del ingreso del individuo, de los precios y de los atributos ambientales de esos bienes.
- El consumidor al adquirir un bien examina un mercado implícito de atributos ambientales.
- Se habla de un mercado implícito de atributos ambientales por que cuando se intercambia el bien en el mercado, se le está asignando de manera implícita un precio al conjunto de atributos que lo componen.
- Ejemplo: Dos fincas ubicadas en la misma zona, idénticas en su área y en todos sus atributos y características ambientales excepto en cuanto a su disponibilidad de agua, en efecto tendrían precios diferentes. Una de ellas tiene un río que le permite satisfacer todas las necesidades de riego y consumo, la otra una pequeña quebrada que solo satisface el consumo doméstico.
- De acuerdo con el método de precios hedónicos, la diferencia entre los precios es atribuible a la diferencia en disponibilidad de agua, esta diferencia permite asignar un valor económico al atributo ambiental, disponibilidad de agua, Micalo (1994).

Modelo De Los Precios Hedónicos

Es necesario establecer la relación entre el precio de un bien mercadeable y los atributos ambientales relacionados con él.

Figura 40. Características de los inmuebles.



Fuente: el autor.

Función Hedónica

$$P=(E,q) \quad (1)$$

P: Precio de la vivienda
E: Características estructurales
q: Atributos del entorno

El equilibrio hedónico resulta de la interacción entre productores y consumidores en el mercado.

La utilidad (U) de los hogares se puede describir como:

$$U=(E,q,X;z) \quad (2)$$

X: canasta de bienes diferentes a la vivienda (alimentos, transporte, recreación, educación, salud, etc.)

z: conjunto de características socioeconómicas (estrato, edad, educación, ingreso, etc.)

“Problema de maximización de la utilidad de los hogares”: decisión que toman los hogares para obtener el mayor nivel de utilidad posible, dada su restricción de presupuesto.

$$u(E, q, X; z) \quad (3)$$

Sujeto a:

$$(E, q) + X = m \quad (4)$$

m: ingreso hogares

X: cantidad de otros bienes que el hogar consume

P(E, q): gasto en vivienda

La función (3) es la función de utilidad o bienestar individual, la (4) es la restricción de presupuesto de la familia.

“Función de postura o de regateo del consumidor”, resultado de la maximización de las ecuaciones (3) y (4):

$$\frac{\partial U / \partial q_j}{\partial U / \partial X} = \frac{\partial p}{\partial q_j} \rightarrow DAP = (E, q, m, z; u) \quad (5)$$

Se puede expresar también como:

$$U = (E, q, z; m - P) \quad (6)$$

P: pago por el bien que el individuo está dispuesto a hacer

Cuando el ingreso (m) cambia, también cambiará la DAP, o posición de regateo.

Derivando la función de postura, con respecto a una característica (E), es decir permitiendo que la DAP varíe al cambiar la cantidad de esa característica.

$$\frac{\partial DAP}{\partial E} = \frac{\partial f(E, q, m, z; u)}{\partial e_1} \quad (7)$$

La expresión anterior equivale al aumento en la disponibilidad a pagar (DAP) de un individuo, o de una familia, frente al cambio unitario de la característica (E).

En otras palabras corresponde a la cantidad adicional de dinero que una familia estaría dispuesta a pagar si se le ofreciera una vivienda cuyo entorno estuviese, por ejemplo, una unidad menos de contaminación de aire.

Una venta solo se realiza si la disponibilidad a pagar de los compradores (DAP) de un bien es igual a la disponibilidad a aceptar de los vendedores (DAA).

$$DAA=(e,q,k) \quad (8)$$

K: Representa las características del productor (tecnología, capacidad financiera y de negociación, educación, etc.).

La anterior expresión indica que la DAA de los productores depende de la cantidad de las características, de los atributos del bien y de las características del productor.

Cuando la DAP y la DAA son iguales, entonces la transacción ocurre; en consecuencia estas dos expresiones se vuelven equivalentes al precio (P) del mercado.

El precio que el vendedor de una propiedad está dispuesto a aceptar por un bien depende de las características estructurales, de sus atributos ambientales y de las características del vendedor.

$$P=(E,q,k) \quad (9)$$

Si la función (9) se deriva parcialmente con respecto al nivel de atributo, es decir, si determinamos el efecto que tendría un aumento en una unidad del atributo ambiental sobre el precio del bien, manteniendo constantes las demás variables, se obtiene lo que se denomina el “precio marginal implícito” del atributo ambiental. A este también se le conoce como la “disponibilidad marginal a aceptar” por el atributo: esta corresponde a la suma de dinero que el vendedor está dispuesto a aceptar cuando ofrece un bien con un cambio unitario en una de sus características o atributos.

Cuando la DAP marginal de los consumidores coincide con la DAA marginal de los productores, se obtiene lo conocido como el “punto de equilibrio”.

Los consumidores quieren el máximo nivel de utilidad por el mínimo costo – MINIMIZAR SU DAP y los productores quieren MAXIMIZAR SU DAA y sus ganancias. El equilibrio hedónico se obtiene cuando el consumidor no puede incrementar la utilidad escogiendo un producto diferente, al tiempo que los productores-vendedores no pueden aumentar sus ganancias variando la cantidad o las características de su producto.

El modelo teórico antes descrito es la base para el desarrollo del trabajo econométrico que sirve para estimar, mediante una regresión, la función de precios hedónicos.

EJEMPLO (finca):

$$\text{Precio} = \beta_0 + \beta_1 \text{Tamaño de la finca} + \beta_2 \text{Tamaño vivienda rural} + \beta_3 \text{Área cultivada} + \beta_4 \text{Tipo de finca} + \beta_5 \text{Edad de la casa} + \beta_6 \text{Caudal de agua} + \beta_7 \text{Fertilidad del suelo} + \beta_9 + \varepsilon_i$$

El coeficiente de las variables indica la magnitud del efecto marginal de cada variable sobre el precio.

Aplicación De La Metodología

1. Se desarrolla utilizando datos secundarios.
2. Componente geográfico importante, deben complementarse los datos secundarios con información geográfica y utilizarla a través de un SIG.
3. Identificar el atributo ambiental a valorar (Ej: calidad del aire).
4. Seleccionar una variable que describa ese atributo (Ej: $\text{PM}_{10} \text{ ug/m}^3$) y su fuente de información o base de datos relevante.
5. Seleccionar el conjunto de características estructurales de los inmuebles que puedan afectar su precio, las variables que las describan y las fuentes de información o bases de datos que las contengan.
6. Seleccionar una muestra representativa de los inmuebles asociados al atributo ambiental que se quiere valorar.
7. Estimar la regresión hedónica.
8. Estimación econométrica.

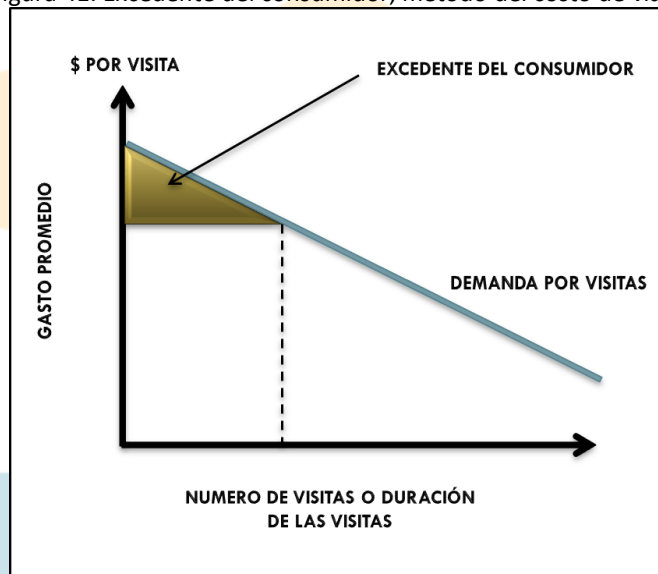
Para ver la aplicabilidad del método de precios hedónicos, visitar [\[ir al artículo\]](#).

Lección 28. Método de los costos de viaje

Según Uribe, este método indirecto de valoración se aplica principalmente para la valoración económica de bienes de uso recreativo recreativos (Parques, playas, lagos y otras áreas públicas) y mide un valor de uso: la recreación. Supone que el tiempo y el dinero que gasta una persona por visitar un sitio es una aproximación a su DAP por acceder a los beneficios de recreación del lugar.

Al relacionar los costos de viaje con los niveles de consumo - número de visitas de un sitio recreativo-, se puede obtener una curva de demanda por la recreación en el área.

Figura 41. Excedente del consumidor, método del costo de viaje.



Fuente: adaptado de Uribe, 2003.

Objetivos De La Metodología

- Establecer las variables que determinan la demanda por un lugar de recreación.
- Estimar una función de demanda de los servicios de recreación y a partir de ella aproximarse a la DAP y al excedente del consumidor.
- Valorar los flujos de servicios ambientales.
- Estimar los cambios en la DAP debidos a cambios en la calidad o características del lugar de recreación.
- Estimar variaciones en el excedente del consumidor cuando cambian los costos de viaje y el número de visitas.

Supuestos De La Metodología

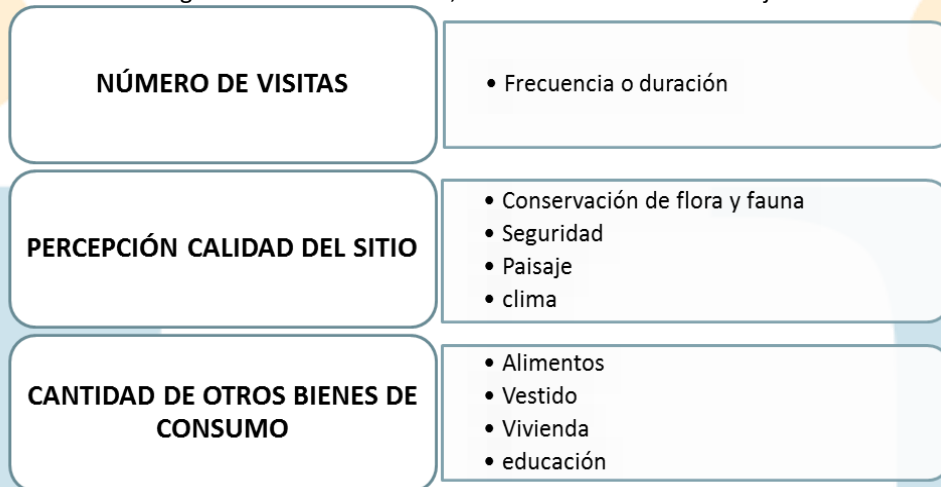
- Según la restricción de tiempo e ingreso, los individuos escogen los bienes y servicios que compran (consumo en recreación).
- Aunque la experiencia recreativa no tiene un precio en el mercado, los gastos en que incurrir los individuos para recrearse pueden ser utilizados para aproximarse al precio.
- No hay utilidad o desutilidad derivada del tiempo que se gasta viajando al lugar.
- El costo de oportunidad del tiempo se relaciona con el salario. (cercano a 1/3 del salario).

Modelo De Costos De Viaje

- Se basa en el comportamiento observado y no en preferencias expresadas.
- Se basa en la variación que existe entre individuos en lo relacionado a los costos de viaje al lugar de recreación. (precio implícito de acceso).

El nivel de utilidad depende:

Figura 42. Nivel de utilidad, método de los costos de viaje.



Fuente: el autor.

Un individuo busca maximizar su nivel de utilidad, este depende del consumo de otros bienes (X), diferentes a recreación, de la frecuencia o duración de las visitas (VT), y de su percepción sobre la calidad ambiental del lugar (q).

$$\text{Max } U(X, VT, q) \quad (1)$$

Lo anterior estaría sujeto a las restricciones de ingreso y de tiempo.

$$Y + P_w T_w = X + C \quad (2)$$

$$T^* = T_w + (T_1 + T_2) VT \quad (3)$$

Cuadro11. Variables restricción de ingreso y tiempo.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Y	Ingreso exógeno	T ₁	Tiempo de viaje ida y vuelta
P _w	Salario	T ₂	Tiempo gastado en el lugar
C	Costo de un viaje	T _w	Número de horas trabajadas
T*	Tiempo total del viaje	VT	Número de visitas
X	Bienes de consumo		

Fuente: el autor

Enfoque Individual

$$VT_{ij} = vt(P_{ij}, T_{ij}, q_j, S_j, Y_i) \quad (9)$$

Cuadro 12. Variables de demanda por visitas en presencia de lugares sustitutos, enfoque individual, método de los costos de viaje.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
VT_{ij}	Número de visitas del individuo (i) en el lugar (j)	q_j	Calidad ambiental del lugar (j)
P_{ij}	Costo de viaje del individuo (i) en el lugar (j)	S_j	Conjunto de características del lugar sustituto (j)
T_{ij}	Tiempo total de viaje del individuo (i) al lugar (j)	Y_i	Ingreso del individuo (i)

Fuente: el autor

Forma Lineal Del Modelo De Costo De Viaje:

$$V = \alpha + \beta C + \gamma S + \varphi z \quad (11)$$

Cuadro 13. Variables de la forma lineal del modelo de los costos de viaje.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
V	Número de visitas al sitio	C	Costo de viaje para tener acceso al lugar
α	Constante	S	Costo de viaje para acceder al lugar sustituto
β	Coeficiente de los costos de viaje (C), generalmente negativo.	φ	Coeficiente de las variables socioeconómicas
γ	Coeficiente de S	z	Conjunto de variables socioeconómicas

Fuente: el autor

En este modelo, el excedente del consumidor para un individuo que realiza (N) visitas al lugar está dado por:

$$S = \frac{-N^2}{2\beta} \quad (12)$$

Esta expresión corresponde al área bajo la curva de demanda por visitas entre 0 y N visitas.

Si se multiplica este valor por el número promedio de hogares que visitan el lugar dentro de un periodo dado, entonces se obtiene la media agregada de bienestar que en este caso es el excedente del consumidor.

Aplicación De La Metodología

Cuadro 14. Aplicación de la metodología de los costos de viaje, modelo zonal e individual

MODELO ZONAL	MODELO INDIVIDUAL
1. Identificar el lugar y recolectar datos de los visitantes relacionados con su lugar de origen y el # de visitas al lugar en un periodo de tiempo determinado	1. Identificar el lugar y utilizar un cuestionario de encuesta para recolectar datos de los visitantes relacionados con los costes de viaje al lugar.
2. Definir zonas de origen y asignar a los visitantes una zona apropiada	2. Especificar la función generadora de viajes y estimar el modelo de costos de viaje teniendo en cuenta las variables especificadas
3. Calcular las visitas zonales por hogar al sitio y el promedio del costo de viaje al lugar desde cada zona	3. Derivar la curva de demanda y obtener el excedente del consumidor del hogar estimado con la integración bajo la curva de demanda
4. Utilizar datos de censo para crear variables derivadas de las características socioeconómicas de las zonas de origen	4. Calcular el excedente del consumidor agregado para el lugar
5. Utilizar los datos de 3 y 4 para estimar función generadora de viajes	
6. Derivar la curva de demanda y obtener el excedente del consumidor estimado para los hogares, integrando bajo la curva de demanda	
7. Calcular el excedente del consumidor zonal agregado	
8. Agregar el excedente zonal del consumidor para obtener una estimación del excedente del consumidor total.	

Fuente: adaptado de Uribe, 2003.

Encuesta Enfoque Individual

- Las percepciones de las personas sobre la calidad ambiental o recreacional.
- Las actividades de recreación que ha realizado en el área a evaluar
- Las características socioeconómicas del individuo: edad, género, tamaño de la familia, nivel de escolaridad, ingreso familiar, lugar de origen, etc.
- Costos, duración, frecuencia de los viajes al sitio.

Adicionalmente puede contener información sobre otros sitios visitados (tiempo, frecuencia, duración).

Encuesta Enfoque Zonal

1. Preguntas sobre los lugares de origen de los visitantes.

2. Agrupar los costos de viaje según el lugar de origen o distancia al lugar de recreación.
3. Indagar mediante la encuesta por la duración y frecuencia de las visitas.
4. Preguntas sobre las percepciones sobre la calidad ambiental o recreacional.
5. Preguntas sobre las actividades de recreación realizadas.
6. Datos de censos para las variables socioeconómicas de las zonas de origen.
7. Una ventaja es que la única información que tienen que aportar los visitantes es su lugar de origen. Con esta información, la socioeconómica y una estimación del costo de viaje para cada origen, se podrá construir la base de datos.
8. Sus costos son mayores por la significancia de los análisis econométricos y en la interpretación del modelo.
9. La variable dependiente se construye dividiendo el número de visitas de casa zona de origen entre el número de personas que habitan la zona de origen.
10. Los resultados de la regresión generan una función de demanda para casa zona de origen.

Para ver la aplicabilidad del método de los costos de viaje, visitar [\[ir al artículo\]](#).

Lección 29. Método de la función producción salud

Según Uribe, el método estima cambios en el bienestar por problemas de salud derivados de modificaciones en la calidad ambiental.

El método parte de que los hogares producen un bien llamado “estatus de salud” para producirlo utilizan como insumos algunos bienes de mercado (Visitas al médico, recreación, medicinas, vitaminas, etc).

Objetivos De La Metodología

- *Evaluar los beneficios económicos* de proyectos o políticas de mejoramiento ambiental que tienen influencia sobre el estatus de salud de las personas.
- *Medir a partir de la DAP* de los ciudadanos, los beneficios sociales asociados a la reducción de la probabilidad de enfermarse debido a mejoras en la calidad ambiental.
- *Medir, mediante la estimación* de la DAA, la pérdida de bienestar causado por el empeoramiento en el estatus de salud causado por una disminución en la calidad ambiental.

Supuestos De La Metodología

- Para producir un estado de buena salud, una familia puede escoger una combinación de opciones y sustituir unas por otras.
- *Los individuos perciben los problemas de contaminación ambiental y en respuesta a ellos modifican su comportamiento*, tratando de prevenir o de mitigar los efectos negativos que estos problemas puedan causar a la salud.
- *Los individuos escogen* un nivel óptimo de insumos –bienes de mercado y calidad ambiental- para minimizar los costos relacionados con determinado nivel de salud.
- *Los gastos en actividades de prevención*, los gastos de tratamiento de enfermedades, el tiempo que se permanece enfermo, son una buena aproximación a las pérdidas en bienestar que resultan del empeoramiento de la calidad ambiental.

Modelo De La Función De Producción De Salud

El estatus de salud depende de las actividades defensivas, de las de tratamiento y del nivel de contaminación a que se encuentra expuesto el individuo.

$$s = S(d, t, Q) \quad (1)$$

S: estatus de salud (Ej. Días que permanece enfermo).

D: actividades defensivas del individuo (Ej. Unidades de complementos vitamínicos que consume).

T: actividades de tratamiento del individuo (Ej. Número de visitas al médico, medicamentos consumidos).

q: nivel de contaminación al que se encuentra expuesto el individuo (Ej. Concentración de metales pesados en el agua).

De la ecuación (1) se concluye que, un incremento en las actividades preventivas y en las de tratamiento, disminuye el número de días que se esté enfermo; por otro lado incrementa la contaminación, aumenta el número de días de enfermedad.

La determinación de la DAP por una reducción marginal en la contaminación se hace por medio de la estimación de tres funciones:

1. Una función dosis-respuesta: relaciona la tasa de morbilidad (S) con variables explicativas como las actividades preventivas (D), las actividades de tratamiento y el nivel de contaminación (q).

$$S = s(D, T, q) \quad (3)$$

2. Una función de demanda por actividades preventivas (D): relaciona las actividades preventivas –medicinas, visitas al médico, etc.- con el precio de esas actividades (P_D), con el precio de las actividades de tratamiento (P_T), con el salario (P_W), el ingreso exógeno (Y) y el nivel de contaminación.

$$D = d(P_D, P_T, P_W, Y, q) \quad (4)$$

3. Una función de demanda por actividades de tratamiento (T): relaciona las actividades de tratamiento (T) con el precio de esas actividades (P_T), con el precio de las actividades preventivas (P_D), con el salario (P_W), con el ingreso exógeno (Y) y con el nivel de contaminación (C).

$$T = t(P_T, P_D, P_W, Y, q) \quad (5)$$

Función Dosis – Respuesta:

$$S = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 T + \beta_3 q \quad (6)$$

β_3 : permite conocer el efecto de un cambio en la calidad ambiental sobre el estatus de salud. Se espera que el signo sea positivo, que a mayor contaminación, mayor morbilidad.

Función de demanda por actividades defensivas (D):

$$D = \alpha_0 + \alpha_1 P_D + \alpha_2 P_T + \alpha_3 P_W + \alpha_4 Y + \alpha_5 q \quad (7)$$

α_5 : es el efecto de un cambio en la calidad ambiental (q) sobre las actividades defensivas (D). Se espera que el signo sea positivo, a mayor contaminación, mayor demanda por actividades defensivas.

Función de demanda por actividades de tratamiento (T)

$$T = \delta_0 + \delta_1 P_T + \delta_2 P_D + \delta_3 P_W + \delta_4 Y + \delta_5 q \quad (8)$$

δ_5 : permite conocer el efecto marginal de la contaminación sobre las actividades de tratamiento. Se espera que el signo sea positivo, a mayor contaminación, mayor demanda por actividades de tratamiento.

Con las tres funciones estimadas se calcula la DAPmg, disponibilidad a pagar marginal por el mejoramiento de las condiciones ambientales asociadas al estatus de salud.

Se utilizan los coeficientes β_3 , α_5 y δ_5 , se multiplican por los valores promedio de las variables asociadas.

$$DAPmg = \beta_3 PW + \alpha_5 PD + \delta_1 PT \quad (9)$$

Para obtener la medida agregada del bienestar se multiplica la DAPmg por el número de familias expuestas al problema de contaminación.

Aplicación De La Metodología

1. Identificar variables (fuentes de información).
2. Identificar actividades defensivas (fuentes de información).
3. Identificar actividades de tratamiento (fuentes de información).
4. Delimitación geográfica y poblacional, muestra representativa de la población.
5. Diseño de la encuesta (actividades de prevención, tratamiento, costos, ingreso, socioeconómico).
6. Adquirir datos relativos a las condiciones ambientales asociadas al problema de salud.
7. Establecer base de datos.
8. Análisis econométrico, estimación de la función dosis-respuesta, funciones de demanda por tratamiento y prevención, estimar la DAPmg con base en las regresiones.
9. Cálculo de la medida agregada del bienestar.

Para ver la aplicabilidad del método de la función producción salud, visitar. [\[ir al documento, página 138\]](#)

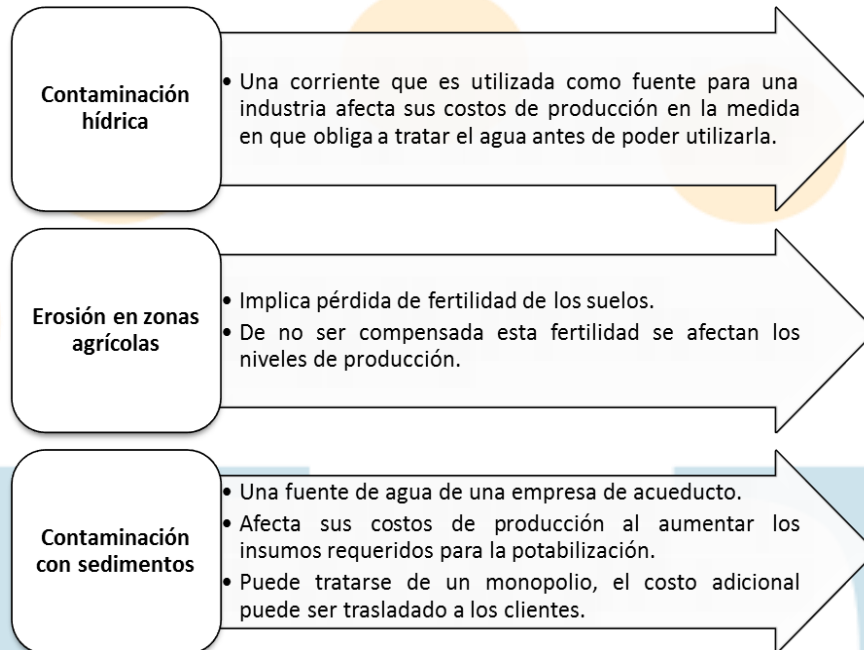
Lección 30. Método de la función de daño

El enfoque de valoración a través de una función de daño tiene las siguientes características:

1. No busca medir las preferencias individuales de las personas por un determinado bien ambiental.
2. Se utiliza normalmente para medir los efectos que tiene un deterioro ambiental sobre el bienestar del productor.
3. Busca cuantificar el impacto de un cambio en la calidad o cantidad de un recurso natural o de un bien ambiental, usado como insumo dentro de un proceso de producción sobre las variables del productor (costos o niveles de producción).

En la siguiente gráfica 43 se presentan algunos ejemplos de los efectos de la contaminación sobre los costos de producción.

Figura 43. Ejemplos de la contaminación sobre los costos de producción.



Fuente: el autor

Objetivos De La Metodología

- Es apropiada para medir valores de uso, pero no para medir valores de no uso.
- Es útil cuando se puede establecer una relación, una función, entre los distintos niveles de daño ambiental y los costos o las cantidades producidas del bien o servicio.
- Se busca estimar económicamente los daños ambientales mediante una aproximación de sus efectos sobre los costos, o sobre los niveles de producción de un bien o servicio.

Modelo De La Función De Daño

Para el caso de una unidad productiva, dónde la empresa o individuo no tiene poder de mercado (no traslada a los consumidores los beneficios o costos asociados a un cambio ambiental). El cambio ambiental se puede determinar por medio de las funciones presentadas en el cuadro 15.

Cuadro 15. Modelo de la función de daño

Función de costos de producción	Función de producción
<ul style="list-style-type: none"> • $CT = f(P_K, P_L, Q, q)$ • CT: Representa los costos totales de producción. • P_K: Precio de los insumos. • P_L: Precio del factor de trabajo. • Q: Cantidad producida del bien. • q: Calidad o cantidad ambiental. • De esta función se espera que CT disminuya a medida que aumenta q. 	<ul style="list-style-type: none"> • $Q = f(K, L, q)$ • Q: Cantidad producida del bien. • K: Cantidad de insumos utilizados para producir Q. • L: Cantidad de trabajo utilizado para producir Q. • q: Calidad u oferta ambiental. • De esta función se espera que Q aumente en la medida que mejora q.

Fuente: el autor

Función De Costos De Producción

- Para estimar el efecto de un cambio en la calidad o en la oferta ambiental sobre los costos de producción, se desarrolla una función de costos de producción.
- En ella se asocian: el cambio en la calidad o cantidad de un bien ambiental con los costos totales de producción.
- El coeficiente que relaciona el cambio en la calidad o cantidad ambiental con los costos totales de producción sirve para cuantificar el efecto marginal del cambio ambiental sobre los costos totales de producción.
- El impacto causado por el cambio ambiental sobre los costos totales de producción se puede expresar de la siguiente manera:

$$ICT = \frac{\partial CT}{\partial q} \Delta q$$

Donde,

ICT: Impacto sobre los costos totales.

Dq: Cambio en la calidad o en la oferta ambiental.

Cuando estos cambios afectan a más de un productor, el cambio agregado del bienestar se obtendrá mediante la suma de los cambios en los beneficios o costos de todos los involucrados.

Aplicación De La Metodología

1. En primer lugar establecer la relación funcional que existe entre un cambio ambiental (variable dependiente – respuesta) y el proceso de deterioro que lo causa (variable independiente – dosis).
2. Establecer estas funciones dosis-respuesta requiere de estudios científicos, en los cuales se establece mediante procesos estadísticos las precisas relaciones entre la dosis y la respuesta.
3. Determinar el efecto unitario de la calidad ambiental sobre los costos de producción o sobre las cantidades producidas.
4. Dimensionar económicamente el efecto total de deterioro para un productor, es necesario conocer la magnitud del daño ambiental que afecta a ese productor.
5. Dimensionar económicamente el efecto total de deterioro para un productor, es necesario conocer la magnitud del daño ambiental que afecta a ese productor.

Para ver la aplicabilidad del método de la función de daño, visitar [\[ir al artículo\]](#)

Bibliografía

1. Arrow, K.; Solow, R.; Portney, P.; Leamer, E.; Radner, R.; Schuman, H. (1993). *Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation*.
2. Azqueta, D. (1994). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. Madrid: Mc Graw Hill.
3. Baumol, K. & Oates, W. (1998). *The theory of environmental policy*. Cambridge University Press.
4. Barzev, R. (2002). *Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales*. Managua: CCAD – PNUD/GIF.
5. Champ, P.; Boyle, K. & Thomas C. Brown. (2003). *A Primer on Nonmarket Valuation*. Kluwer Academic Publishers.
6. Common, M. & Stagl, S. (2008). *Introducción a la economía ecológica*. España: Editorial Reverté.
7. Field, B. (1995). *Economía Ambiental, una introducción*. Mc Graw Hill.
8. Foladori, G.; y Pierri N.(Coord.) (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial*.

México: Miguel Ángel Porrua, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura, ISBN 970-701-610-8

9. Herruzo, A. (2002). *Fundamentos y Métodos para la Valoración de Bienes Ambientales*. Libro Blanco de la Agricultura y el Desarrollo Rural. Universidad Politécnica de Madrid.
10. Kolstad, C. (2001). *Economía Ambiental*. Oxford University Press.
11. Krugman, P.; y Wells, R. (2006). *Introducción a la Microeconomía*. Universidad de Princeton. Editorial Reverté
12. Mankiw, G. (2004). *Principios de Economía*. Mc Graw Hill, tercera edición.
13. Medellín, H. (Recuperado 2011). *Valoración Económica Ambiental de Páramos*. <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/congresoparamo/valoracion.pdf>.
14. Mendieta, J. (2005). *Manual de valoración económica de bienes no mercadeables*. Bogotá: Documento CEDE, Universidad de los Andes.
15. Micalo, P. (1994) *Manual de Valoración Contingente*. Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda.
16. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT (2003). *Metodologías para la Valoración Económica de Bienes, Servicios Ambientales y Recursos Naturales*. Bogotá: MAVDT.
17. NOAA, Coastal Services Center, National Oceanic and Atmospheric Administration. *Restoration Economics*. Obtenido el 23 de Junio de 2009 de: <http://www.csc.noaa.gov/coastal/economics/envvaluation.htm>.
18. Perello, J. (2001). *Economía Ambiental*. España: Digitalia, Universidad de Alicante.
19. Perman, R.; Yue, M.; McGilvary J. & Common M. (2003). *Natural Resource and Environmental Economics*. Tercera edición. Pearson Education Limited.
20. Riera, P.; García, D.; kiström, B. & Brännlund R. (2005). *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales*. Madrid: Thomson.
21. Rosen, S. (1974). *Hedonic Prices and Implicid Markets: Product Diffentiation in Pure Competition*. *Journal of Political Economy*, 82: pp. 35 – 55.

22. UNEP/GEF Regional Task Force on Economic Valuation. (2008). *Metodologías para la Valoración Económica de Bienes, Servicios Ambientales y Recursos Naturales*. Tailandia: UNEP/GEF/SCS Technical Publication No. 8.
23. Uribe, E.; Mendieta, J.; Rueda, H. & Carriazo, F. (2003). *Introducción a la Valoración Ambiental, y estudios de caso*. Ediciones Uniandes.